

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-126447

(43)公開日 平成10年(1998)5月15日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

FI

H O 4 L 12/56

12/46

12/28

H04L 11/20

11/00

11/20

102E

3 1 0 C

102C

審査請求 未請求 請求項の数68 O.L (全 28 頁)

(21)出願番号 特願平9-257416

(22)出願日 平成9年(1997)9月24日

(31)優先権主張番号 08/718853

(32)優先日 1996年9月24日

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 390035493

エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション

AT&T CORP.

アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨ  
ーク ニューヨーク アヴェニュー オブ  
ジ アメリカズ 32

(72)発明者 トーマス エドワード ダーシー

アメリカ合衆国 07748 ニュージャージー  
イ、ミドルタウン、フェリン コート 11

(74)代理人 弁理士 岡部 正夫 (外3名)

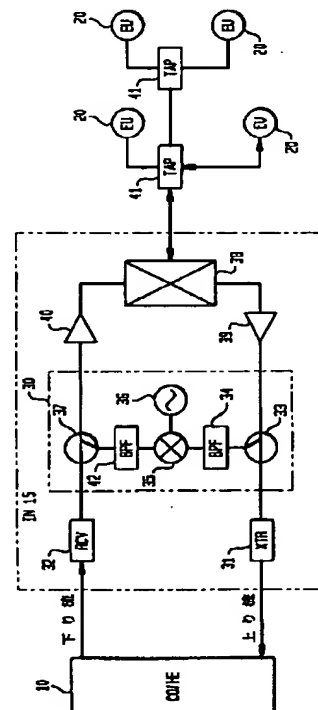
**最終頁に続く**

(54) 【発明の名称】 通信ネットワーク及び該ネットワークを作動させる方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】通信網は、中間ノードを使用して、局所的なトラフィックコンテンションを解決する。

【解決手段】中間ノード１５は、エンドユーザ２０から上り信号を受信し、上り信号から、トラヒック情報信号（ＴＩＳ）を生成し、トラヒック情報信号をエンドユーザに送る。エンドユーザは、中間ノードからのトラヒック情報信号を検出することにより、上り伝送チャネルが、アイドルであるかビジーであるか、あるいは、衝突が発生したか否かを知る。この中間ノードは、中央局あるいはヘッドエンドの助けを得て、あるいは助け無しに、トラヒック情報信号の生成および送信を行なう。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 中央局と少なくとも一つの間中ノードを含む通信網を動作するための方法であって、この方法が：前記の中央局が、複数のエンドユニットに向けて下り信号を送信するステップ；前記の間中ノードが、前記の複数のエンドユニットから送信された上り信号を受信するステップ；および前記の間中ノードが、前記の受信された上り信号から生成されたトラヒック情報信号を、前記の複数のエンドユニットに向けて送信するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項2】 さらに、前記の間中ノードが、前記の下りトラヒック情報信号を生成するステップを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項3】 さらに、上り伝送の許可が承認されるかを、各エンドユニットに伝えるステップを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項4】 さらに、各エンドユニットが、上り信号を送信する前に、前記の下りトラヒック情報信号を聴く（検出する）ステップ；各エンドユニットが、前記の下りトラヒック情報信号が、上りチャンネルがアイドルであること、あるいは、送信することが許されることを示す場合は、上り信号を送信するステップ；各エンドユニットが、前記の下りトラヒック情報信号が、上りチャンネルがビジーであることを示す場合は、送信を延期するステップ；各エンドユニットが、上り信号を送信している最中に、前記の下りトラヒック情報信号を継続して検出し、受信された下りトラヒック情報信号を、各エンドユニットが自身の送信した上り信号から生成されることを期待する下りシグナリングと比較し、各エンドユニットが、期待される信号と受信された信号が異なる場合は、送信を停止し、バックオフするステップを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項5】 前記の間中ノードがトラヒック情報信号を送信するステップが、上り信号の少なくとも一部分を、前記の各エンドユニットにループバックするステップを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項6】 さらに、上りチャンネルがアイドルであることを示す第一のタイプの信号；一つの上り信号が検出されたことを示す第二のタイプの信号；複数の上り信号が同時に間中ノードに到着したこと、つまり、衝突を示す第三のタイプの信号；のいずれかを生成するステップを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項7】 各エンドユニットが、上り信号を送信する前に、前記の下りトラヒック情報信号を聴き、前記の第二あるいは第三のタイプの信号が検出された場合は、上り信号の送信を行なわないことを特徴とする請求項6の方法。

【請求項8】 各エンドユニットが、送信している最中

に、前記の下りトラヒック情報信号を聴き、前記の第三のタイプの信号が検出された場合は、送信を停止し、撤退することを特徴とする請求項6の方法。

【請求項9】 さらに前記の複数のエンドユニットが、上り方向に、トラヒック情報信号を送信するステップ；前記の間中ノードが、前記のトラヒック情報信号の少なくとも一部分をループバックするステップ；前記の複数のエンドユニットが、前記の下りトラヒック情報信号を聴くステップ；および前記の下りトラヒック情報信号がチャンネルアイドル指標あるいは送信許可指標を与えるときは、各エンドユニットが、上り信号の送信を開始、あるいは上り信号を送信を継続し、前記のトラヒック情報信号がビジーであることを示すときは、各エンドユニットが送信を延期し、衝突を示す場合は、各エンドユニットが送信から撤退するステップを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項10】 さらに前記の間中ノードが、前記の複数のエンドユニットの少なくとも一つが上り方向に送信したアドレスを受信するステップ；前記の間中ノードが、前記のアドレスを、前記のトラヒック情報信号と共に、前記の少なくとも一つのエンドユニットにループバックするステップを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項11】 さらに各エンドユニットが、送信したアドレスと受信されたアドレスとを比較するステップ；および各エンドユニットが、前記の二つのアドレスが一致する場合は、上り信号を送信し、前記の二つのアドレスが異なる場合は、伝送を停止するステップを含むことを特徴とする請求項10の方法。

【請求項12】 さらに各エンドユニットが、上り信号を送信する前に、前記のアドレスと、これに続くトラヒック情報シグナリングを、上り信号の外側の帯域を用いて、送るステップ；および前記の間中ノードが、前記のアドレスと、トラヒック情報シグナリングを下り方向に、エコーするステップを含み、ここで、前記のエンドユニットが、正しいアドレスを受信した後に、上り信号を送信し、同時に、前記のトラヒック情報シグナリングを、外側の帯域を用いて送ることを継続することを特徴とする請求項10の方法。

【請求項13】 前記のエンドユニットが、トラヒック情報シグナリングの送信を、上り信号の送信を終えるより、 $\Delta T$ だけ早い時間において停止し、前記の時間 $\Delta T$ が、アドレスパケットを送信する時間期間に等しいかこれより小さいことを特徴とする請求項12の方法。

【請求項14】 前記のエンドユニットが、トラヒック情報シグナリングの送信を、上り信号の送信を終える前に停止し、前記のアドレスおよびシグナリングの継続期間と上り信号の継続期間とが実質的に同一になるようにされることを特徴とする請求項12の方法。

【請求項15】 前記のエンドユニットが、上り信号の

10

20

30

40

50

## 3

送信とトラヒック情報シグナリングの送信を、同時に、停止することを特徴とする請求項12の方法。

【請求項16】 さらに前記のエンドユニットが、上り信号の送信を開始すると同時に、前記のトラヒック情報信号の送信を、停止するステップ；および前記の中間ノードが、トラヒック情報信号の送信を継続するステップを含み、前記のトラヒック情報信号が、前記の上り信号から生成されることを特徴とする請求項12の方法。

【請求項17】 さらに、前記のエンドユニットが、前記のアドレスを、自身の上り信号と同時的に、送信するステップを含むことを特徴とする請求項10の方法。

【請求項18】 前記のアドレスが、前記の上り信号の帯域内で、送信されることを特徴とする請求項10の方法。

【請求項19】 前記の中央局が、前記の下り信号を、第一の通信経路を用いて送信し、前記の中間ノードが、前記のトラヒック情報信号を、第二の通信経路を用いて送信することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項20】 前記の中央局から送信される下り信号と、前記の中間ノードから送信されるトラヒック情報信号とが、共通の通信経路を用いて、ただし、異なるRFチャネルを用いて、送信されることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項21】 前記の中央局から送信される下り信号と、前記の中間ノードから送信される前記のトラヒック情報とが、共通の通信経路を用いて、ただし、異なる複数の光波長および異なる複数の符号の内の一つを用いて、送信されることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項22】 さらに、前記の下り信号、前記のトラヒック情報信号、および前記の上り信号が、光ファイバ、同軸ケーブル、より線ペア、あるいは無線リンクの少なくとも一つを用いて、送信されることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項23】 前記の下り信号、前記の上り信号、および前記のトラヒック情報信号として、符号化ベースバンド信号、無符号化ベースバンド信号、あるいはRF信号の少なくとも一つが用いられることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項24】 前記のトラヒック情報信号の継続期間が、中間ノードとある選択されたエンドユニットとの間の最大ラウンドトリップ遅延より大きなことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項25】 前記の中央局から送信される下り信号と、前記の中間ノードから送信されるトラヒック情報信号が、共通のRFチャネルを用いて送信され、前記の下り信号の送信において、あるサイズの packets 間隔が確保され、前記の中間ノードが、前記のトラヒック情報信号を、この packets 間隔内に挿入して、送信することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項26】 前記の中央局からの下り信号の送信が

## 4

ある時間期間において行なわれ、前記のエンドユニットによる上り信号を送信と、前記の中間ノードによるトラヒック情報信号の挿入が、別の時間期間において行なわれることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項27】 上り信号が、複数のチャネルを用いて送信され、各エンドユニットが、受信されたトラヒック情報に基づいて、ある一つのチャネルを動的に選択できるようにされることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項28】 さらに少なくとも一つの選択されたエンドユニットが、優先シグナリングを上り方向に送信するステップ；および前記の中間ノードが、前記の優先シグナリングを下り方向にループバックするステップを含み、これによって、前記の選択されたエンドユニットが、チャネルの占拠における高い優先を持ち、他のエンドユニットは、そのチャネル上で送信する低い優先を持つようにされることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項29】 さらに前記の少なくとも一つの選択されたエンドユニットが、予約シグナリングを上り方向に送信するステップを含み、前記の選択されたエンドユニットが、特定のチャネル上にタイムスロットを予約することが許され、他のエンドユニットは、それらタイムスロットの際に送信できないようにされることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項30】 さらに、前記のエンドユニット内で、標準のイーサネットカードを使用し、マンチェスタ符号化信号を、網に、直接に、送信するステップを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項31】 さらに、標準のイーサネットカードを使用し、前記のマンチェスタ符号化信号を、標準のイーサネットトランシーバを用いて、2-レベル信号にDC変換し、これを、RF搬送波を用いて、網上を直接に運び、次に、このRF信号を検出し、この信号を、再び、3-レベルマンチェスタ符号に戻すステップを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項32】 さらに、イーサネットカードを使用し、上り動作と、下り動作を、独立させるために、ループバック機能を不能にするステップを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項33】 さらにトランシーバを、イーサネットカードと、AUIポートを用いて、接続するステップ；下りチャネルを、Data\_In回路にインタフェースするステップ；上りチャネルを、Data\_Out回路にインタフェースするステップ；およびトラヒック情報シグナリングチャネルを、Control\_In回路にインタフェースするステップを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項34】 さらに、エンドユニットが、入り packets が終端してから約9.6  $\mu$ s後に、受信機能とは独立して、上り信号を送信を開始するステップを含むことを特徴とする請求項32の方法。

【請求項35】 イーサネットカードの送信機能と受信

機能が、分離され、各エンドユニットが、上りチャンネルが空いている場合は、いつでも送信できるようにされることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項36】 さらにトランシーバを第一のイーサネットチップに接続するステップ；下りチャンネルを第一のイーサネットチップのData\_In回路にインタフェースするステップ；および上りチャンネルと、トラヒック情報信号チャンネルを、それぞれ、第二のイーサネットチップのData\_Out回路と、Control\_In回路にインタフェースするステップを含み、これによって独立した双方向動作が可能にされ、各エンドユニットが上りチャンネルが空いている場合は、いつでも送信できるようにされることを特徴とする請求項35の方法。

【請求項37】 前記の中央局の所で、標準のイーサネット交換式ブリッジが使用され、前記のブリッジの各分配ポートが、各中間ノードに接続され、各中間ノードが、その中間ノードによって扱われる複数のエンドユニットによって共有されることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項38】 前記の中央局の所で標準のイーサネットブリッジを使用できるようにするために、二つの10 BaseTトランシーバが使用され、前記の標準のブリッジからの一つの出力ペアが、第一のトランシーバの入力ペアに接続され、前記の第一のトランシーバの出力ペアが、第二のトランシーバの入力ペアに接続され、前記の第二のトランシーバの出力ペアが、前記の標準のブリッジの入力ペアに接続され、こうして、標準のブリッジとトランシーバのリンク安全性要請を満足するためのリンクパルスループが形成されることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項39】 前記の中間ノードと前記の中央局が、同位置に設置されることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項40】 送信のために使用される網がmF N-HFC網であり、前記の中間ノードがミニファイバノードであることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項41】 前記の網が、従来のHFC網であり、前記の中間ノードが同軸増幅器であり、この同軸増幅器が、トラヒック情報シグナリングを、下り方向に、5～40MHzのレンジ、あるいは、従来の下り周波数帯域である50MHz～1GHzのレンジの、いずれかを用いて送信することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項42】 前記の網が従来のHFCあるいはmF N-HFCであり、前記の中間ノードがファイバノードであることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項43】 前記の網が能動星型網であり、前記の中間ノードが遠隔ノードであり、前記の中間ノードが、一つの上りラインがアクティブである場合、はチャンネルビジートラヒック情報信号を全てのユーザに送信し、複数の上りラインがアクティブである場合は衝突トラヒック情報信号を少なくとも一人のユーザに送信することを

特徴とする請求項1の方法。

【請求項44】 前記の網が受動光網であり、前記の中間ノードが、少なくとも一つの光スプリッタあるいは少なくとも一つのWDMスプリッタ/ルータのいずれかであり、上り信号と下り信号が、異なる波長あるいはRF搬送波を使用して送信され、上りの光信号が、前記の少なくとも一つのスプリッタの未使用のトランクポートの所に集められ、同一のファイバあるいは異なるファイバのいずれかを通じて、下り方向にルートされることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項45】 前記の網が標準のイーサネットであり、前記の中間ノードが、網を複数の小さなセルに分割し、各中間ノードが、コンテンションを局所的に解決し、各中間ノードが、交換式ブリッジの分配ポートに接続されることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項46】 複数のエンドユニットと通信するための通信網であって、この通信網が：下り信号を前記の複数のエンドユニットに向けて送信するため、および前記の複数のエンドユニットによって送信された上り信号を受信するための中央局；および前記の通信網内に敷設された少なくとも一つの中間ノードを含み；この中間ノードが、トラヒック情報信号送信デバイスを含み、このデバイスが、前記の複数のエンドデバイスから受信される上り信号から生成されたトラヒック情報信号を前記の複数のエンドユニットに向けて送信することを特徴とする網。

【請求項47】 前記の少なくとも一つの中間ノードが、さらに、前記のトラヒック情報信号を生成するためのトラヒック情報信号生成デバイスを含むことを特徴とする請求項46の網。

【請求項48】 前記のトラヒック情報信号が、各エンドユニットに対して、上り伝送に対する許可が承認されるか否かを示す許可情報を含むことを特徴とする請求項46の網。

【請求項49】 各エンドユニットが、上り信号を送信する前に、前記の下りトラヒック情報信号を検出し；前記の下りトラヒック情報信号が、上りチャンネルがアイドルであることあるいは送信することが許されることを示す場合は、上り信号を送信し；前記のトラヒック情報信号が上りチャンネルがビジーであることを示す場合は、送信を待ち；各エンドユニットが、受信された下りトラヒック情報信号を、各エンドユニットが自身の送信した上り信号から生成されることを期待する下りシグナリングと比較し；各エンドユニットが、期待される信号と受信された信号が異なる場合は、伝送を停止あるいはバックオフすることを特徴とする請求項46の網。

【請求項50】 前記の中間ノードが、前記のトラヒック情報信号を、前記の上り信号の少なくとも一部分を前記の各エンドユニットにループバックすることによって送信することを特徴とする請求項46の網。

【請求項51】 各中間ノードが、上り信号を受信した際に、

上りチャンネルがアイドルであることを示す第一のタイプの信号；一つの上り信号が検出されたことを示す第二のタイプの信号；複数の上り信号が同時に中間ノードに到着したことで、つまり、衝突を示す第三のタイプの信号；のいずれかのトラヒック情報信号を生成および送信することを特徴とする請求項46の網。

【請求項52】 各エンドユニットが、上り信号を送信する前に、トラヒック情報信号を聴き、前記の第二あるいは第三のタイプの信号が検出された場合は、上り信号の送信を行わないことを特徴とする請求項51の網。

【請求項53】 少なくとも一つのエンドユニットが、送信している最中に、トラヒック情報信号を聴き、前記の第三のタイプの信号が検出された場合は、送信を停止し、撤退することを特徴とする請求項51の網。

【請求項54】 さらに前記の各エンドユニット内の、トラヒック情報信号を上り方向に送信するための送信手段；前記の中間ノード内の、前記のトラヒック情報信号の少なくとも一部分をループバックするためのループバック手段；前記の各エンドユニット内の、下りトラヒック情報信号を聴くための受信装置；および各エンドユニット内の、前記の下りトラヒック情報信号がチャンネルアイドル指標あるいは送信許可指標を与えるときは、上り信号の送信を開始あるいは上り信号を送信を継続し、前記のトラヒック情報信号がビジーを示すときは送信を延期し、衝突を示す場合は、送信から撤退するための送信装置を含むことを特徴とする請求項51の網。

【請求項55】 少なくとも一つのエンドユニットがアドレスを、上り方向に、前記の中間ノードに向けて送信し、このアドレスが下り方向にエンドユニットに向けて送り戻されることを特徴とする請求項46の網。

【請求項56】 前記のエンドユニットが、送信したアドレスと受信されたアドレスとを比較し、前記の二つのアドレスが一致する場合は、上り信号を送信し；前記の二つのアドレスが異なる場合は、送信を停止することを特徴とする請求項55の網。

【請求項57】 前記の上り信号が、前記のエンドユニットのアドレス並びにエンドユニットによって送信される他の情報と、同時に、送信されることを特徴とする請求項55の網。

【請求項58】 前記の中央局がさらにイーサネット交換ブリッジを含み、このブリッジの各分配ポートが、中間ノードに接続され、この中間ノードがその中間ノードによって扱われる複数のエンドユニットによって共有されることを特徴とする請求項46の網。

【請求項59】 さらにイーサネットカードとAUIポートを用いて接続され；下りチャンネルをData\_In回路にインタフェースし；上りチャンネルをData\_Out回路にインタフェースし；トラヒック情報シグナリングチャンネルを

Control\_In回路にインタフェースするためのトランシーバを含むことを特徴とする請求項46の網。

【請求項60】 前記のトランシーバが、下りチャンネルを第一のイーサネットチップのData\_In回路にインタフェースし；上りチャンネルとトラヒック情報信号チャンネルを、それぞれ、第二のイーサネットチップのData\_Out回路と、Control\_In回路にインタフェースし、これによって独立した双方向動作が可能にされ、各エンドユニットが上りチャンネルが空いている場合は、いつでも送信できるようにされることを特徴とする請求項46の網。

【請求項61】 前記の中央局の所で標準のイーサネットブリッジが使用できるようにするために、二つの10BaseTトランシーバが使用され、前記の標準のブリッジからの一つの出力ペアが、第一のトランシーバの入力ペアに接続され、前記の第一のトランシーバの出力ペアが、第二のトランシーバの入力ペアに接続され、前記の第二のトランシーバの出力ペアが、前記のブリッジの入力ペアに接続され、こうして、前記のブリッジとトランシーバのリンク安全性要請を満足するためのリンクパルスループが形成されることを特徴とする請求項46の網。

【請求項62】 前記の中間ノードと前記の中央局が同一位置に設置されることを特徴とする請求項46の網。

【請求項63】 前記の網がmF N-HFC網であり、前記の中間ノードがミニファイバノードであることを特徴とする請求項46の網。

【請求項64】 前記の網が従来のHFC網であり、前記の中間ノードが、同軸増幅器であり、この同軸増幅器が、トラヒック情報シグナリングを、下り方向に、5～40MHzのレンジ、あるいは従来の下り周波数帯域である50MHz～1GHzのレンジの、いずれかをを用いて送信することを特徴とする請求項46の網。

【請求項65】 前記の網が、従来のHFCあるいはmF N-HFCであり、前記の中間ノードが、ファイバノードであることを特徴とする請求項46の網。

【請求項66】 前記の網が能動星型網であり、前記の中間ノードが遠隔ノードであり、前記の中間ノードが、一つの上りラインがアクティブである場合は、チャンネルビジートラヒック情報信号を全てのユーザに送信し、複数の上りラインがアクティブである場合は、衝突トラヒック情報信号を少なくとも一人のユーザに送信することを特徴とする請求項46の網。

【請求項67】 前記の網が受動光網であり、前記の中間ノードが、少なくとも一つの光スプリッタあるいは少なくとも一つのWDMスプリッタ／ルータのいずれかであり、上り信号と下り信号が、異なる波長あるいはRF搬送波を使用して送信され、上りの光信号が前記の少なくとも一つのスプリッタの未使用のトランクポートの所に集められ、同一のファイバあるいは異なるファイバのいずれかをを用いて、下り方向にルートされることを特徴

とする請求項46の網。

【請求項68】 前記の網が標準のイーサネットであり、前記の中間ノードが、網を複数の小さなセルに分割し、各中間ノードがコンテンションを局所的に解決し、各中間ノードが交換式ブリッジの分配ポートに接続されることを特徴とする請求項46の網。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、資源共有網を通じて、双方向広帯域データサービスを、分散ローカルアクセス制御を使用して、提供することに関する。

【0002】

【従来の技術】通信網は、二つの大きな範疇：(a) 中央制御と、(b) ピア・ツウ・ピア（制御）に分類することができる。中央制御網においては、中央局（CO）が、エンドユーザ（EU）に向うあるいはこれらかの全ての伝送を制御するために展開される。ピア・ツウ・ピア網においては、EUは、自身の伝送を、COの助けを得てあるいは助けなしに、他のEUと調整する。

【0003】 a. 中央制御システム

中央制御システムとしては、ポイント・ツウ・マルチポイントシステム、例えば、受動光網（PONS）あるいはハイブリッドファイバ／同軸（HFC）網と、ポイント・ツウ・ポイントシステム、例えば、現在のローカル電話システムにおいて使用されている能動星型網（ASN）が考えられる。

【0004】ポイント・ツウ・マルチポイントシステムにおいては、複数のユーザが同一の物理伝送媒体を共有する。下り伝送に対しては、情報は、全て、あるいはグループの、ユーザに、下りチャネルを通じてブロードキャストされ、各EUは、その特定のユーザにアドレスされた情報を選択する。上り伝送に対しては、共有伝送経路を通じての衝突を回避するためにしばしば使用される複数の方法の一つとして、時分割多重アクセス（TDMA）が知られている。TDMAにおいては複数のEUが、同一の周波数あるいは波長のチャネルを共有するが、この方法を使用する場合は、COおよびEUの両方の所で、トラヒックを調整し、これらEUが同一のチャネルに、順番にアクセスできるようにするために、あるタイプの媒体アクセス制御（MAC）が展開される。

【0005】通常、予約タイプの、あるいは、予約コンテンションが結合された、MACプロトコルが使用されるが、この方式においては、COは、全てのEUの上り伝送を、事前にスケジュールするか、あるいは、各EUに対して、そのリクエストに基づいて、上りチャネル（タイムスロット）を動的に割当てる。上述のプロトコルを使用するポイント・ツウ・マルチポイントシステムでは、幾つかの困難あるいは複雑さが発生する。第一に、COから各EUまでの距離が異なるために、MACプロトコルは、異なる距離の結果として発生する問題を

解決できる必要がある。このために、伝送における遅延およびオーバーヘッドは、不可避である。さらに、従来のHFCのようなシステムにおいては、上り帯域幅が制約されること、およびノイズの問題から、あるタイプの変調スキーム、例えば、直角位相偏移キーイング（QPSK）あるいは直角振幅変調（QPSK）技術を、これらが、帯域効率が良く、ノイズに対して強いという理由から、使用することが必要となる。ただし、これらのシステムは、複雑で、高価である。

10 【0006】ポイント・ツウ・ポイントシステムにおいては、COは、各EUに向う専用の物理ラインを持ち、このために、MACは、必要とされない。ただし、実現と保守は、非常に高価となることがある。幾つかのシステムは、集信あるいは多重化機能を遂行する遠隔ノードを、装置の共有を達成するために、展開し、これによってコストを低減する（例えば、能動二重スター（ADS）；ファイバ・ツウ・ザ・カーブ（FTTC）など）。ただし、それにもかかわらず、これら遠隔ノードは、将来の容量要件の観点からは、潜在的な帯域幅ボトルネックとなり得る。

【0007】 b. ピア・ツウ・ピアシステム

ピア・ツウ・ピアシステムは、コンピュータネットワーク、特に、ローカルエリア網（LAN）においては、ごく一般的である。これらのシステムにおいては、各EUは、自身の伝送を、他のEUと、COの助けを得て、あるいは助け無しに、調整する。MACアルゴリズムとしては、コンテンションあるいは予約ベースのAloha、Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection（CSMA/CD）、あるいは、トークンパスが考えられるが、これらのプロトコルは、全て当分野において周知である。最も広く使用されているLANは、CSMA/CDプロトコルを使用するイーサネットである。

【0008】各EUは、CSMA/CDプロトコルに基づいて、送信を行なう前に、トラヒックを聴き（carrier-sense）、チャネルがアイドルになるとただちに送信し、衝突が検出されると（collision detection）、ただちに停止し、バックオフした後に（ユーザは、伝送のあるアルゴリズムに基づいてある時間期間だけ譲る）、再度送信する。ネットワークは、従って、自己制御あるいは自己管理される。この方式では、全てのユーザが網全体にブロードキャストされる双方向伝送のために同一の論理経路を共有するために、あるユーザが話しているときは、他の全てのユーザは、聴く（リスニングする）ことを必要とされる。従って、半二重伝送のみが達成できる。この方法は、低負荷状態でのローカルエリア通信には適するが、ただし、外部世界からのLAN内への伝送では、トラヒックの量が少ないときのみ効率が保たれる。これはまた各EUが、パケットの送信を終える前に、衝突を検出することを要求する。このために、網全体を通じてのラウンドトリップ遅延が、最小のパケット

サイズを持つイーサネットパケットを送信するために必要とされる時間(512ビットあるいは10Mbpsにおける51.2μs)よりも短いことが要求され、このために、伝送距離が、たった数キロメートルに制限される。加えて、このブロードキャストスキームは、EUが他のEUの伝送を聴くことを要求されるために、EUにプライバシーを与えない。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】コンテンションベースのCSMA/CDは、中央制御網において使用される予約ベースのMACプロトコルと比較して、単純で、低遅延であること、軽いトラフィック負荷においてはオーバーヘッドが少ないこと、トラフィックを調整するためにCOが必要とされないこと、などの長所を持つ。ただし、コンテンションベースのCSMA/CDは、これがローカルブロードキャストであること、伝送レンジが制限されること、半二重動作であること、などの理由により、LANを超えた用途には適さない。

【0010】一方、中央制御網、例えば、受動光網(PON)あるいはハイブリッドファイバ/同軸網は、方向性のトポロジーを持つために、各UEは、付近の上り伝送を聴いたり、あるいは、バスあるいはトランク上のトラフィックを監視したりすることはできない。このために、中央制御網上にCSMA/CDを直接に実現することは、10Broad36イーサネットの場合のように、COによって上りトラフィックの少なくとも一部分を下り方向にエコーし、EUが上りトラフィックを監視できるようにしない限り困難である(IEEE802.3を参照)。数マイルのカバレッジを持つ典型的な網においては、この大きなラウンドトリップ遅延は、一般的に使用されているIEEE802.3(イーサネット)標準の制限を超えてしまう。また、ある程度プロトコルを修正した場合でも、この遅延のために、伝送効率が著しく低減される。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、イーサネットタイプのLANと関連する困難と制約、および中央制御システムにおいてしばしば使用される予約ベースのMACプロトコルにおける複雑さ、を克服する。中間ノード(IN)が、COを巻き込むことなく、ローカルシグナリングを調整し、各EUに、トラフィック情報を送るために、提供される。これらINは、上りシグナリングからトラフィック情報信号を生成し、トラフィック情報信号(TIS)を下り方向に、各EUに向けて送る。これらINは、TISを生成するか、あるいは、EUからの信号あるいはシグナリングの少なくとも一部分をループバックする。こうして、標準のCSMA/CDあるいはCSMA/CAスキームを、これらINの助けを得て、元の網トポロジーが、中央制御であるか、ピア・ツウ・ピアであるかに関係なく、また、COからEUまでの距離とは独立して、展開することが可能となる。これら中間ノード

ドは、トラフィックを調整するための複数の代替の方法を実現することができる。

【0012】双方向の伝送を、異なる通信経路あるいはチャネルを用いて、分離し、ユーザ端末(つまり、コンピュータの内部のイーサネットカード)内で、双方向動作スキームを起動することにより、高効率で、動的なトラフィック制御を持つ、全二重伝送を達成することが可能となる。動作の観点からは、これによって、中央制御とピア・ツウ・ピア制御との間の境界は消失し、顧客は、標準のイーサネットカードを用いて網にアクセスすることが可能になる。本発明が以下に図面を参照しながら詳細に説明されるが、図面中、類似する参照番号は、類似する要素を指す。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下に本発明の複数の好ましい実施例が図面を参照しながら説明される。

##### 1. 基本ネットワークアーキテクチャ

図1には、基本ネットワークアーキテクチャの一つの実施例が示される。中央局(CO)あるいはヘッドエンド(HE)10が、複数の遠隔中間ノード(IN)15へと接続される。IN15は、さらに、分配網を使用してエンドユーザ(EU)20に向けて接続を設定するが、この分配網には、バス型アーキテクチャあるいは星型アーキテクチャが使用される。IN15としては、以下に説明されるように、現存のネットワークに新に追加された追加のノードであっても、あるいは、現存の遠隔ノードに追加の機能を加えたノードであってもよい。

【0014】IEEE802.3標準(イーサネット)との互換性を持つために、あるINとそのINによって扱われる最も遠いEUとの間の距離は、ラウンドトリップ(往復)遅延が、最小パケットサイズを持つイーサネットパケットの伝送のために要求される時間に対応する51.2μs以下となるように構成される(最小パケットサイズは、512ビットであり、標準伝送速度は、10Mbpsである)。他の代替のパケットサイズあるいは代替の接続スキームを使用する場合は、この距離は、それらに準じて調節される。

【0015】CO/HEとINとの間、あるいはINとEUとの間の物理媒体は、PONの場合のようにファイバ23であっても、HFC網の場合のように同軸ケーブル22であっても、ASNの場合のように線ペア21であっても、あるいは、無線網の場合のように無線リンク24であってもよい。本発明の適用が可能な網の一例として、米国特許第5,528,582号、および米国特許出願第08/526,736号において開示されるmFN-HFC網(Mini-Fiber Node Hybrid Fiber/Coax)網が考えられるが(詳細については、これらの文献を参照されたい)、mFN-HFC網においては、ケーブルTVヘッドエンドは、CO/HEと同等であり、mFNは、INと同等であり、IN(mFN)とEUとの間の分配網は、

複数の受動同軸分配レグを含む（例えば、本発明の図12Aを参照されたい）。

【0016】図1に示されるように、この網は、二つの主要なセグメント、AとBに、分割することができる。分配部分Aは、IN15、EU20、およびIN15とEU20との間の伝送媒体21~24をカバーする。IN15は、CO/HE10から受信される下り信号を、複数のEU20に分配する。IN15は、さらに、EU20から、それらの分配網を通じて送られてくる上り信号を、後に説明されるMACプロトコルを使用して集め、これら信号を、CO/HE10に転送する。

【0017】もう一方のセグメントBは、CO/HEパケット交換設備14、例えば、正規のイーサネット交換式ブリッジあるいは知能ハブ、および高速トランクライン18、19を含む。パケット交換設備14は、高速トランクへと接続される一つあるいは複数のトランクポート18、19、および、分配ライン25~28を通じて、IN15とインタフェースする複数の分配ポート1~4を持つ。従来のイーサネットにおいては、一つの分配ポートは、RJ45より線ペア（TP）を通じて、一つのPCへと接続される。パケット交換設備14は、高速トランクを通じて受信される高速パケットを分離（デマルチプレクシング）し、これらを、各パケット内に挿入された宛先アドレス（MAC層）に基づいて、各分配ポート1~4へとルートする。パケット交換設備14は、また、各分配ポートからの上りパケットを受信し、これらパケットを、これらパケットがそのポートと関連するEUに向けている場合は、別の分配ポートへとルートする。パケットがそのポートと関連するEUに向けられていない場合は、交換設備14は、パケットを多重化し、これらを高速トランクを通じて他の場所に送る。これらの全ての機能は、市販のイーサネット交換式ブリッジ上に設けられている。パケット交換設備14は、バッファを含むこともできるが、これは、複数の分配ポートから入りパケットを同時に受信し、これらを宛先アドレスに基づいてルートすることを可能にする。

【0018】図1に示されるように、一つの分配ポートが、複数のEU20を扱う一つのINへと接続される。交換式のブリッジ14は、パケットを、各分配ポート1~4に、EU20のアドレスに基づいてルートするが、これらのEUは、本発明においては、これらの各ポートと、INを通じて関連する。従って、CO/HE10は、EU20の幾つかのグループに限定して、ナローカーストすることが可能となる。IN15は、次に、これらの下りパケットを、分配網を通じて、（これらの限定されたEUに向けて）ブロードカーストする。

【0019】上り伝送に対しては、IN15は、局所的にコンテンションを解決し、上りパケットを、交換式ブリッジ14の分配ポートにパスする。ブリッジ14は、次にこれらパケットを（網へと上り方向に）ルート

する。INの局所サービスエリア内での衝突に起因して損傷したパケットについては、ブリッジ14は、これらパケットを自動的に破棄するための組み込まれた機能を有する。トラフィックが軽い場合は、ある集信機能を展開し、複数のIN15が、交換式ブリッジ14の同一のポートを共有できるようにすることも可能である。こうして、本発明のシステムは、上り伝送に対しては、各IN15を使用して、網の他の部分とは独立して、各INの局所サービスエリア内で各上りトラフィックを調整し、コンテンションを解決する。

【0020】CO/HE10とIN15との間で、分配網を通じて伝送される信号は、ベースバンド符号化信号であっても、無符号化信号であっても、あるいはRF信号であってもよい。好ましくは、この網を通じての完全二重伝送を物理的に維持するためには、上り伝送と下り伝送は、（複数の）別個の経路（別個のRFチャネル、別個の波長、別個の符号化、あるいは別個の物理経路）上を送られ、これらの経路は、複数のEUによって共有される。勿論、単一の双方向経路上での半二重伝送を、時分割多重（TDD）を使用して、実現することも可能である。ただし、以下の説明においては、上り伝送と下り伝送は、別個のチャネル（例えば、別個のRFチャネル）上を送られるものと想定される。

## 【0021】2. INの実施例と方法

図2Aには、本発明によるINの第一の実施例を採用するシステムが示される。各IN15は、各EU20に対して、バス上の上りトラフィックの状態を連絡することによって、上りトラフィックを調整する。各EUからINに送られる信号は、ダイプレクサ38および増幅器39を通る。IN15は、上り信号をCO/HE10に送る一方で、同時に、ループバックユニット30を使用して、上り信号の一部分をタップオフし、これらを別個のシグナリングチャネルを通じて下り方向にループバックする。

【0022】ループバックユニット30は、結合器33を含むが、これは、EU20から送信された上り信号の一部分をタップオフし、これを帯域通過フィルタ（BPF）34に送る。BPF34は、選択された信号を、ミキサー35および局部発振器36にパスするが、これらは、互いに協力して、これら信号を、アップ変換あるいはダウン変換し、その上で、BPF42によって選択されるシグナリングチャネル内に送る。この信号は、次に、結合器37を通じてループバックされる。

【0023】各UEは、タップ41に接続されるが、このタップ41は、下り信号を各EU20に分配すること、および各EU20からの上り伝送を上り方向に送ることを可能にする。EU20が、送信すべきデータを持つ場合、これは、最初に、下りシグナリングチャネルを聴き（検出し）、そのチャネルに何も存在しない場合は、送信する。送信を行なっている最中、これは、シグ



ナリングチャンネル内に受信されるデータを、それが送信したデータと比較する。データが同一である場合は、衝突は発生していないものとみなされる。一方、データが同一でない場合は、衝突が発生したものと想定され、E U 20は、送信を停止し、バックオフ期間が満了した後に、再び送信を行なう。E U 20は、別の方法として、上りチャンネルの状態を監視するために、信号のレベル、あるいは、その他の情報を使用することも可能である。こうして、I N 15の助けを借りて、そのI Nのサービスエリア内において、局所的に、網の他の部分（例えば、C O / H E）を巻き込むことなく、標準のC S M A / C Dプロトコルが実現される。送信機31が、上りデータをC O / H E 10に送信するために提供され、受信機32が、C O / H E 10からの下りデータを受信するために提供される。

【0024】任意のE Uの伝送が、網全体にブロードキャストされ、各E Uが、チャンネルの状態を決定するために入りデータトラヒックを使用する従来のイーサネットとは異なり、本発明のシステムは、図2Bに示されるような、別個の上りR Fチャンネルと、別個の下りR Fチャンネルを持つ。図2Bの横軸は、周波数を表し、縦軸は、振幅を表す。E Uは、上りトラヒックの状態を、別個のシグナリングチャンネルを用いて決定し、上り伝送を、標準のC S M A / C Dプロトコルを使用して、バス上の下りデータトラヒックとは独立して、管理する。こうして、全二重伝送が実現される。

【0025】図3Aには、本発明のシステムの第二の実施例が示される。この第二の実施例は、第一の実施例と、I N 15の所で、トラヒック情報信号（T I S）が生成される点が異なる。E U 20からの信号は、タップ41を通じて送られ、ダイプレクサ38の所で、I N 15に到達する。結合器33は、これらの信号の一部分をタップオフするが、これらが、トラヒックモニタ（T M）16によって検出される。T M 16は、検出器43を使用して上り信号を検出し、信号生成器44をトリガすることにより、狭帯域トラヒック情報信号（T I S）を生成する。このT I Sは、単に、R Fトーンであってもよい。この信号は、結合器37、増幅器70、およびダイプレクサ38を通じて、E U 20にループバックされる。

【0026】I N 15は、図3Bに示されるように、このT I Sを別個のシグナリングチャンネルを通じて下り方向に送り、これによって上りチャンネル内のトラヒック状態を示す。図3Bの横軸は周波数を表し、縦軸は振幅を表す。以下の3つのトラヒックシナリオが考えられる：

（1）上りチャンネル内にトラヒックが存在しない場合は、T M 16は、上り信号を検出せず、T I Sは生成しない；（2）上りパケットを送信しているE Uが一つのみの存在する場合は、T Mは、通常のR F信号レベルを検出し、低値のT I Sを生成し、これによってチャンネル

がビジーであることを示す；（3）上り信号を同時に送信するE Uが複数あり、衝突が存在する場合は、T Mは、上りデータチャンネル内に通常より高いレベルのR F信号を検出し、高値のT I Sを生成し、これによって衝突を示す。ただし、T M 16は、代替として、上りパケット内の情報（つまり、アドレスあるいはパケットパターン）、あるいは上り伝送に関連する他の情報を使用して、上りトラヒックの状態を決定することも可能である。E UによるT I Sの解釈については、後に、図4Bとの関連で説明される。

【0027】図4Aには、図3AのI Nによって使用される方法を図解する流れ図が示される。S 10において、I N 15は、上りデータチャンネルを聴く（検出する）。S 15において、I N 15は、上りデータチャンネルが、アイドルであるか否か決定する。チャンネルがアイドルである場合は、I N 15は、S 20において、T I Sを0に設定する。一方、上りチャンネルがアイドルでない場合は、I N 15は、S 25において、R Fのレベルが、所定の閾値以上であるか否か決定する。R Fのレベルが所定の閾値以上でない場合は、I Nは、S 30において、T I Sを低値に設定する。一方、R F信号のレベルが、所定の閾値以上である場合は、I Nは、S 35において、T I Sを高値に設定する。この所定の閾値は、システムのパラメータに従って設定される。

【0028】図4Bには、図3Aのシステムにおいて、E Uによって遂行されるプロセスを図解する流れ図が示される。E Uは、図4Aとの関連で説明された、I Nによって生成されたT I Sを受信し、C S M A / C Dプロトコルを起動する。具体的には、E Uサイトにおいて、S 40において、E U 20は、これが送信すべき上りパケットを持つ場合は、まず最初に、T I Sを聴く（検出する）。S 45において、E U 20は、T I Sが、0であるか、高値であるか、あるいは低値であるか、決定する。T I Sが0である場合は、E U 20は、S 50において、送信する。T I Sが低値である場合は、E U 20は、S 55において、待つ（伝送を遅らせる）。T I Sが高値である場合は、E U 20は、S 60において、これが既に送信を行なっている場合は、停止し、バックオフする（撤退する）。

【0029】一つのE Uの信号が、二つの“弱い”E U信号を一緒に加えたものより強くなるような状況を回避するために、なんらかのR Fレベルの制御が必要となる。一つのアプローチとしては、パイロット信号が、下り方向に、各E Uに向けて、基準レベルとして送られ、各E Uは、自身の上り信号のレベルを、各E U 20からのI N 15の所で受信される信号のレベルが実質的に同一となるように調節する。

【0030】図5A～5Cは、本発明の方法の第三の実施例を解説する。この実施例においては、システムは、図2Aあるいは図3Aのシステムと実質的に類似する要

10

20

30

40

50

素を持つ。図5Aは、帯域内シグナリングのシナリオを解説し、図5Bは、帯域外シグナリングのシナリオを解説し、図5Cは、もう一つの帯域外シグナリングのシナリオを解説する。帯域内シナリオにおいては、上リシグナリングは、上リデータチャンネル内を送られ、帯域外シナリオにおいては、上リシグナリングは、上リデータチャンネルの外側のチャンネル内を送られる。図5A～図5Cに示されるように、EU20が、送信すべきデータを持ち、(以下に説明されるように)下リシグナリングを用いて、上リチャンネルが空いていることを決定した場合、EUは、データを送る前に、アドレスを、上リ方向に、狭帯域チャンネルを用いて送る。このアドレスは、好ましくは、データパケットと比較して小さなパケットとされる。

【0031】IN15は、すると、このアドレスシグナリングを、もう一つの狭帯域シグナリングチャンネルを用いて、下リ方向に、ループバックするが、このチャンネルを全てのユーザが聴く(検出する)。送信EUが、エラー無しに、ループバックされたアドレスを受信した場合は、衝突は発生していないものとみなされる。このため、送信UEは、データの送信を開始する。一方、アドレスの歪みは、衝突を示し、EUは、データの送信は行わず、バックフオする(撤退する)。

【0032】図5Aに示される帯域内シグナリングの場合は、シグナリング伝送は、上リデータチャンネル(つまり、RFチャンネル)を使用して送られる。このために、アドレスシグナリングパケットは、INと最も遠いEUの間のラウンドトリップ(往復)遅延よりも大きな長さを持つことが要求され、これによって、全てのEUが、それらが、ラウンドトリップ時間期間(シグナリング期間)内に送信することを試みた場合は、衝突あるいはチャンネルビジーを検出できるようにされる。このアドレスシグナリングパケットに続けて、パッド(追加のビット流)を送ることも考えられるが、このパッドの目的は、IN15に近いEU20が、INによってループバックされた遠いEUのアドレスパケットがこの近いEUを通過したが、ただし、遠いEUが全てのループバックされたアドレスを受信し、その結果として、データの送信を開始するまでの期間である“静かな(quiet)”時間期間において、(パッドが存在しない場合には)、誤って、チャンネルがアイドルであると検出し、送信を開始するのを防止することにある。

【0033】t0において、EU202が、アドレスシグナリングの送信を開始する。t1において、これは、アドレスの送信を終了し、パッドの送信を開始する。t2において、EU202は、IN15から送り返される全てのアドレスを受信し、アドレスが正常である場合は、パッドの送信を停止し、データの送信を開始する。t2'において、IN15は、エンドユーザ202のデータにトリガされて、TISを送る。tnにおいて、EU2

02は、データの送信を終える。tmにおいて、IN15は、EU202のデータパケットの終端を受信し、TISの送信を停止する。この時点の後の、tallにおいて、ユーザは、チャンネルがアイドルであることを検出し、 $\Delta t$ の後に、送信すべきデータを持つ場合は、アドレスの送信を開始する。図5Aにおいて、 $\Delta t$ は、最大ラウンドトリップ遅延を表す。 $\Delta t$ は、EU20が、別のユーザの伝送の終端(チャンネルがアイドルであること)を検出してから、これが、自身のアドレスの送信を開始するまでの間の時間間隔である。IEEE802.3とコン

【0034】パッドは、以下の状況、つまり：(1)EU送信アルゴリズムが、アドレスパケットの送信が終了した後のある時間期間内では送信を行なわないように調節された場合；あるいは(2)INと最も遠いEUとの間のラウンドトリップ遅延がパケット間ガード時間

(9.6 $\mu$ s)より小さい場合は、不要である。この $\Delta t = 9.6\mu s$ の挿入によって、INに近いEUは、ある程度の“静かな”時間期間が存在する場合でも、送信を開始する前に、必ず、TISを検出することとなる。EUが、戻されたアドレスが正常であることを検出し、データの送信を開始すると、IN15は、そのデータ信号を使用して、TISをトリガし、これを、シグナリングチャンネルを用いて、下リ方向に送り、これによって上リチャンネルがビジーであることを示す。TISは、ある予め定められたパケット流であっても、あるいは、単純なRFトーンであってもよい。TISは、INが、データチャンネル上にトラヒックを受信しなくなると、ただちに停止される。

【0035】図5Bおよび図5Cに示される帯域外シグナリングの場合は、アドレスの後に、TISが送られる。これは、予め定められたパケット流あるいはRFトーンとされ、データチャンネルの外側の、上リシグナリングチャンネルを使用して送られる。INは、次に、これらを、下リシグナリングチャンネルを使用して、下リ方向にループする。

【0036】帯域外シグナリングの場合は、帯域内シグナリングの場合と異なり、アドレスパケットの長さは、ラウンドトリップ(往復)遅延より長いことは要求されないが、ただし、アドレスとパッドおよび/あるいはTISの全長が、ラウンドトリップ遅延より長いことが要求される。ただし、アドレス長が、ラウンドトリップ遅延より小さいときは、INに近いEUは、チャンネルへのアクセスにおいて有利となる。このために、アクセスの公平性を保つために、好ましくは、アドレスパケットの長さは、ラウンドトリップ遅延より長くされる。

【0037】帯域外シグナリングを実現するには、以下のような、幾つかのシナリオが考えられる：

(1) EUが、データを送る前に、アドレスを送り、これに続けて、パッドあるいはTISを送る。EUは、アドレスを送った後に、パッドとTISの両方を送ることも考えられる。INは、アドレスと、パッドおよび／あるいはTISをループバックする（折り返す）。EUは、ループバックされたアドレスが、正常である場合は、パッドあるいはTISの送信を止めて、データの送信を開始する。INは、次に、データ流を用いて、TISをトリガし、これを下り方向に、シグナリングチャンネルに入れて送り、これによってチャンネルがビジーであることを示す。このシナリオは、帯域内シグナリングの場合と類似するが、ただし、上に述べたように、アドレスが、必ずしも、ラウンドトリップ遅延より長いことは必要とされない点が異なる。

【0038】(2) EUは、ループバックされたアドレスが正常である場合、データの送信を開始し、このシナリオでは、上りシグナリングチャンネルを用いてのTISの送信も継続する。INも、下りシグナリングチャンネルを用いてのTISのループバックを継続する。UEは、データの送信と、TISの送信を、同時に停止するが、これは、帯域内シグナリングの場合、および帯域外シグナリングの場合のシナリオ1と類似する。

【0039】(3) EUは、アドレス、TIS、およびデータの送信は、(2)の場合と同様に開始する。ただし、このシナリオでは、EUは、TISの送信を、データの送信を停止する $\Delta T$ だけ前に停止する。ここで、 $\Delta T$ は、アドレスパケットを送信するために必要とされる時間である。図5(B)に示されるように、EU202は、TISの送信を $t_j$ において停止し；EU201は、 $t_c$ においてチャンネルがアイドルであることを検出し、 $t_c + 9.6 \mu s$ において、アドレスの送信を開始する。EU202は、 $t_e$ において、データの送信を停止する。ここで、 $t_e = t_j + \Delta T$ である。EU201は、 $t_s$ において、ループバックされたアドレスが正常であることを検出し、データの送信を開始する。

【0040】(4) EUは、アドレスを送信し、これに続いて、TISを送信する。EUは、ループバックされたアドレスが正常な場合、TISを、 $\Delta s$ なる時間期間だけ送信し、その後、データの送信を開始する。ここで、 $\Delta s$ は、アドレスパケットを送信するのに必要な時間とされ、EUの物理位置とは関係なく、また、これがループバックされたアドレスをこの $\Delta s$ より前に受信したか否かに関係なく、定められる。EUは、TISの送信を、データの送信を終了する $2\Delta s$ だけ前に、停止する。従って、アドレス+TISの全長は、データパケットの全長と等しくなる。図5Cに示されるように、EU202は、 $t_1$ において、アドレスの送信を開始し、 $t_2$ において、TISの送信を開始する。ここで、 $t_2 - t_1$

は、アドレスパケットを送るために必要とされる時間( $\Delta s$ )と等しい。EU202は、 $t_3$ において、データの送信を開始する。ここで、 $t_3 - t_2$ は、アドレスパケットを送信するために必要とされる時間( $\Delta s$ )と等しい。EU202は、 $t_s$ において、TISの送信を停止し、EU201は、 $t_n$ において、チャンネルがアイドルであることを検出し、 $9.6 \mu s$ 後に、そのアドレスの送信を開始する。EU201は、 $t_n'$ において、TISを送信する。ここで、 $t_n'$ は、 $t_n + 9.6 \mu s + \Delta s$ に等しい。EU201は、 $t_n''$ において、データの送信を開始する。ここで、 $t_n''$ は、 $t_n' + \Delta s$ に等しい。EU202は、 $t_e$ において、データの送信を終了する。ここで、 $t_e - t_s$ は、 $2\Delta s$ に等しい。

【0041】シナリオ(3)および(4)の両方において、データを送信しているEUは、データの送信を終える前に、シグナリングチャンネルを解放し、他のEUが、上りチャンネルの状態をテストすることができるようにする。帯域外シグナリングは、このために、帯域内シグナリングよりも効率的である。ただし、帯域内シグナリングを用いる場合も、帯域外シグナリングを用いる場合も、両方とも、CSMA/CAアルゴリズムが、(例えば、COの支援無しに)局所的に実現され、データパケットが衝突することは、決してない。

【0042】帯域外シグナリングの場合は、別の方法として、アドレスシグナリング(アドレス+TISあるいはパッド)を、データと同時に送信することも可能である。また、ループバックされたアドレスが受信されたとき、EUは、データとTISの送信を継続することも、送信を停止し、バックオフする(撤退する)こともでき、通常のCSMA/CDを実現できる。また、このケースにおいては、上の4つの全てのシナリオを使用することができる。帯域内シグナリングと帯域外シグナリングの全てのケースにおいて、EUは、代替として、上りチャンネルの状態を決定するために、ループバックされたアドレスの振幅あるいは他の情報を使用することも可能である。ここで、いわゆる“アドレス”とは、単に、RFトーン、あるいは、それからチャンネル状態を決定することができる他の情報で有り得ることに注意する。上述の全てのアルゴリズムは、下りデータチャンネルとは別個の下りシグナリングチャンネルを持つことも可能である。この場合、上り伝送と下り伝送は、互いに独立したものとなり、従って、全二重動作が実現できる。

【0043】本発明のもう一つの実施例においては、下りシグナリングは、下りデータと同一のチャンネルを使用する。図6に示されるように、CO/HE10は、下りパケット61、61aを連続して送信するが、ただし、これらパケットの間に比較的大きな保護バンド60が残される。IN15は、次に、下りチャンネル内のこの保護バンドの際の“静かな”時間を用いて、トラヒック情報シグナリング59を挿入する。UE20は、トラヒック

情報シグナリングとデータを同一のRFチャネル内に受信するが、ただし、従来のイーサネットCSMA/CDプロトコルにおけるように下りデータトラヒックを使用するのではなく、シグナリングのみを上りトラヒック指標として使用する。データパケット62は、正常に上り方向に送られるが、ただし、データパケット63と、64は、部分65の所が衝突する。このために、このスキームでは、IN、EUあるいはCO/HEの所で緩衝が必要となる。

【0044】図6に示されるように、帯域幅と効率の低減を除いては、上り伝送と下り伝送は、この場合も、互いに独立しており、従って、全二重動作を維持できる。もう一つのシナリオとして、半二重動作を維持することも考えられるが、この場合は、CO/HEは、下りパケットをある時間期間においてのみ送信し、他の期間においては、上り伝送およびトラヒック制御のために、下りパケットの伝送を停止する。従って、上りと下りは、同一のRFチャネルを占拠することができる。

【0045】図7には、複数のRFチャネルが上り伝送のために使用される方法を解説する流れ図が示される。一つのRFチャネルがビジーである場合は、EUは以下のいずれかを選択することができる：(1) 同一のRFチャネルにとどまり、そのチャネルが空くまで待つあるいはバックオフする；(2) もう一つのRFチャネルに切り替え、同一のアルゴリズムを続け、そのチャネルのシグナリングを聴く（検出する）（この場合は、複数のシグナリングチャネルが必要となる）。この方法は、全体としての伝送効率を高める。

【0046】S100において、EU20は、チャンネル1上でTISを聴く（検出する）。S105において、EU20は、そのTIS信号が、アイドル、ビジー、あるいは衝突のいずれを示すか決定する。信号がアイドルを示す場合は、EU20は、S110において、送信する。信号がビジーを示す場合は、S115において、チャンネル1において待機するか、あるいはチャンネル2に切り替えるかの決定がなされる。EU20が、チャンネル1で待機することを決定した場合は、EU20は、S100におけるリスニング状態に戻る。EU20がチャンネル2に切り替えることを決定した場合は、EU20は、S120において、チャンネル2のTISを聴く。このTISの指標がS125において決定される。この指標がアイドルである場合は、EU20は、チャンネル2を通じて送信する。この指標がビジーあるいは衝突である場合は、EU20は、S105から前と同様に進む。

【0047】送信している最中に、S105において指標が衝突を示した場合は、S130において、撤退して、チャンネル1上で聴くことを再開するか、あるいはチャンネル2に切り替えるかを決定するための判定がなされる。チャンネル2への切り替えが選択された場合は、S123において、送信を停止し、チャンネル2に切り替え

る。EU20は、次に、S120に進み、チャンネル2において、TISを聴く。他方、チャンネル1上で聴くことを再開することが選択された場合は、EU20は、S140において、送信を停止し、チャンネル1から撤退し、S100に戻り、チャンネル1上で聴くことを再開する。CO/HEあるいはINは、あるシグナリングをEUに送信することにより、EUの幾つかのグループを、ある幾つかのチャンネル上で送信するように割当て、EUの他のグループは、他のチャンネル上で送信するように割当てることも可能である。

【0048】上述の任意の実施例において、各RFチャネル上のトラヒック負荷を動的に調節することも可能である。例えば、ある一人のユーザが、低い遅延を要求する高優先伝送を開始したいと希望する場合、このユーザは、データ伝送の前に（CSMA/CAプロトコルを使用）、あるいは、これと同時に（CSMA/CDプロトコルを使用）、そのアドレスおよび優先情報を含む高優先シグナリングを上り方向に送ることも可能である。IN15は、すると、下りシグナリングチャネル内に、この信号をループバックするか、あるいは、（この信号によってトリガされる）特別なTIS情報を送り、これによって、この上りデータチャネルにおいて高優先トラヒックが起こる予定であることを示す。この高優先情報は、アドレスの前および／あるいは後に送られる追加のビットの所定のパターンであっても、あるいは、ある閾値以上に増加されたレベルを持つRFトーンであってもよい。この特別な高優先情報を受信すると、高優先パケットを持たない全てのユーザは、彼らのアルゴリズムを、そのチャネルを用いて送信する確率が、低くなるように、あるいは0になるように調節する。この高優先EUのシグナリング（およびデータ）が、他のEUのシグナリング（およびデータ）と衝突した場合は、高優先EUが、直ちに、撤退することなく、再送信を行い、他の普通のユーザは、撤退するか、あるいは、他のチャンネルに切り替える。これは、従って、高優先ユーザに、より高い容量／効率と、より低い遅延を与える。

【0049】この優先戦略は、単一のRFチャネルを用いる場合にも適用することができるが、この場合は、各EUのMACプロトコルが、衝突が発生した場合に、高優先EUが、直ちに再送信するか、あるいは、短時間だけ撤退し、普通のEUは、普通に、あるいは、より長時間撤退するように、調節される。

【0050】また、特別なユーザのために、予約タイプのアルゴリズムを、コンテンションアルゴリズム（CSMA/CDあるいはCSMA/CA）と共に実現することも可能である。例えば、ユーザAが、定ビット速度伝送を要求するものと想定する。ユーザAは、この場合、上述のように、上り方向に優先メッセージを送り、同一のコンテンションプロトコル（CSMA/CDあるいはCSMA/CA）に基づいて他のユーザと競い合う。こ

のユーザが、このチャンネルを得るとすぐに（EUとIN 15はこのチャンネル内に完全な歪みのないシグナリングを受信するものとする）、IN 15は、このメッセージを、バックアップあるいはメモリに入れる。IN 15は、次に、このメッセージを、下リシグナリングチャンネルを通じて定期的に送る。この期間は、例えば、N×パケット期間とされる。イーサネットは、可変パケットサイズを使用するが、ただし、このパケット期間およびNは、システムオペレータによって決定することができる。このメッセージを受信すると、この特別なEUは、パケットを送信するが、他のEU 20は、これらが送信を行なっている場合は、送信を停止する。この構成においては、この特別なEUは、常に、網（IN）によって制御される予約されたタイムスロット内に送信することが可能であり、こうして、定ビット速度伝送が達成される。他のユーザは、チャンネルに対する競合に、このシグナリングが存在せず、上リチャンネルが空いている場合にのみ勝つ。この予約サイクルは、例えば、ユーザAからのもう一つのシグナリングによって終端される。

【0051】IN 15を単純にするために、複雑な機能は、IN上に実現しない方がよい。上述の優先および予約スキームは、CO/HE上の方がよりフレキシブルに展開できる。また、EU 20が予約あるいは高優先に対するリクエストをできるようにするのは、予め定めておくことも、あるいは、網によって動的に指定することもできる。これは、各EUの顧客構内設備（CPE）内の、優先シグナリングを送信する機能を、初期化の段階で、あるいは、リクエストに基づいて動的に、起動あるいは不能にすることによって達成することができる。この場合、CO/HEは、一例として、上りのデータチャンネルとシグナリングチャンネルの両方をEUの情報を得るために使用し、下りのシグナリングおよび／あるいはデータチャンネルを各EUの送信／受信機能を制御するために使用することが考えられる。

### 【0052】3. ハードウェアの実現

本発明は、網のトポロジーとは無関係に実現することができ、EUは、標準のイーサネットカードを用いて網にアクセスすることができる。図8Aには、標準のイーサネットユーザ端末が示される。典型的には、イーサネットカードは、論理リンクコントロール（LLC）130の制御下に、3つの主要な機能と関連するセグメントを含む。物理層シグナリング（PLS）100は、データのパッケージ化および符号化／復号を扱う。これは、トランシーバあるいは媒体接続ユニット（MAU）110に向う3つの物理インタフェースワイヤペア：つまり、Data\_In101、Data\_out102、およびControl\_in103を含む。PLS 100は、MAU 110からの入力データをData\_In101を通じて受信し、これを復号し、これをMAC 120にパスする。PLS 100は、MAC 120からの出力データを、Data\_out102を通

じて、MAU 110にパスする。

【0053】データを受信するプロセスにおいては、MAC 120は、Carrier-Onを生成することにより、チャンネルがビジーであること（搬送波が検出されたこと）を示す。MAC 120は、CSMA/CDプロトコルを扱い、LLC 130への上りのインタフェース（接続）と、PLS 100への下りのインタフェース（接続）を行なう。送信を行なっている最中、MAU 110は、バスを監視し、Control\_in103を通じて、衝突およびチャンネルがビジーであることを示す信号品質メッセージをPLS 100に送る。MAU 110は、網と直接にインタフェースし、データを送信および受信し、バスを監視する。

【0054】原理上は、送信機能と、受信機能は、互いに独立である。ただし、標準のイーサネットにおいては、バスを通じての同一の伝送経路上で双方向伝送が行なわれるために、一つのコンピュータの伝送によってチャンネル全体が占拠され、また、この伝送は、網全体にブロードキャストされる。従って、送信すべきデータを持つ他のコンピュータは、リスニングモードにとどまり、それらの送信を遅らせる。ただし、だれもが、バス上に通過していたパケットが終端し（これに加えて、9.6  $\mu$ sのパケット間保護時間が経過した後は）、そのバス上に、別のパケットが送信されるか否かに関係なく、送信を開始することができる。他のパケットが存在する場合は、衝突が発生し、だれもが、CD（衝突検出）手続きに従って撤退する。従って、このアルゴリズムは、イーサネットカードに、同時に、送信および受信することを許すが、現実的には、従来のイーサネットにおいては、一つのEUが、データを破壊なしに、同時に、送信および受信することはできない。このために、動作は、半二重モードである。

【0055】現在、3つのタイプのベースバンドイーサネットが存在する。10Base5、および10Base2は、同軸バス（それぞれ、厚い同軸、および薄い同軸）を使用する。一方、10BaseTは、RJ 45より線ペア（TP）を用いて、複数のEUを非スイッチハブに接続し、このハブは、任意のユーザからの上リ信号を、他の全てのユーザにブロードキャストする。従って、上りと下りは、二つの別個のワイヤペアを通じて運ばれるが、この網は、論理的には、バスである。典型的には、10BaseTおよび10Base2のMAUは、イーサネットカード上に統合され、TPに接続するためのRJ 45、および同軸に接続するためのBNCを持つ。一方、10Base5は、外部MAUを使用するが、この外部MAUは、接続ユニットインタフェース（AUI）ポートを通じて、イーサネットカードへとインタフェース（接続）される。AUI上のこれらのインタフェースラインは上述のように、Data\_In、Data\_out、およびControl\_inである。10BaseTおよび10Base2も、別の方法として、外部トランシーバ（MAU）使

用することもできる。この場合は、このMAUは、イーサネットカードのAUIとインタフェース（接続）し、媒体（バス）に、TPのためのRJ45、あるいは同軸のためのBNCを用いて、接続する。本発明の実現は、要素のタイプによって変化し得る。

【0056】10BaseTにおいては、PCとハブ/ブリッジとの間のリンクの保全性を維持するために（通信リンクが死なないことを確保するために）、ハブ/ブリッジのMAUとイーサネットカードは、出方向のペアを通じて、相手側に短なパルスを定期的に送信する機能を持つ。このパルスを受信すると、受信側は、これに回答して、もう一つのパルスを送信する。これらのどちらかがある時間期間内にパルスを受信しなかった場合は、これは、リンクが死んだものとみなし、データの送信を終端する。

【0057】図8Bには、標準のイーサネットの3レベルマンチェスタ符号化が示される。パケットの終端は、2ビット期間だけ高値にとどまり、その後、0ボルトになることによって示される。10BaseTのMAUでは、この信号は、TP上に直接に送られる。一方、ベースバンド同軸システムである、10Base5あるいは10Base2では、イーサネットトランシーバは、この3レベルマンチェスタ符号化された信号を、図8Cに示されるような2レベル信号になるようにDCシフトし、パケットの終端を、電圧を0に強制的に復帰することによって、マークする。上述の信号は、二つのコンピュータ間でネットワーク上を送信される標準の信号である。

【0058】本発明では、ベースバンドシステムにおいては、TP、同軸、ファイバのいずれを使用するかに関係なく、この3レベルマンチェスタ符号化信号、あるいは2レベル信号が、標準のイーサネットと同様に、媒体上に直接に送信される。RFシステムにおいては、一般的なアプローチとしては、3レベルマンチェスタ符号が、非ゼロ復帰方式（NRZ）に戻され、データを送信するために、RF変調技術、例えば、QPSKあるいはQAMが用いられる。ただし、受信機の所で、同期/クロックの回復を必要し、しかも、バーストタイプのパケット伝送を使用する。本発明においては、mFN-HFCのようなシステムにおいては、きれいで、かつ、大きな帯域幅が得られるために、より単純な変調/復調スキームを用いることができる。つまり、（3レベル信号からMAUを用いて変換された）2レベル信号を、RF搬送波に直接に適用する（乗せる）ことができる：これは、On-Off変調（OOK）と呼ばれる変調フォーマットである。パケットは、電圧が0に復帰して終端し、これは、RF搬送波を遮断するために、自動バーストモードの動作が実現できる。受信側においては、同期/クロック回復を展開する代わりに、単純な包絡線検出を用いて、この2レベル信号が回復され、これらが次にMAUの現存の機能を用いて、3レベルマンチェスタ符号

化信号に戻される。マンチェスタ信号は、自己クロック機能を有する。

【0059】10Base5あるいは10Base2においては、同軸バスが共有されるために、ユーザは、自身の伝送をこのバスを通じて自動的に受信する。一方、10BaseTにおいては、これは別個の物理的な双方向経路を持つが、網実現は、論理的には、バスである。10Base5あるいは10Base2において起こることをエミュレートするために、10BaseTのトランシーバは、伝送されたデータパケットを、受信機ポートにループバックする。換言すれば、典型的なイーサネット実現においては、イーサネットカードは、これが、データをData\_Outライン上に送出したとき、Data\_Inライン上に信号を見ることが期待される。全二重動作を実現するためには、最初のステップとして、このループバック機能を不能にすることが必要であるが、本発明においては、これは、ドライバソフトウェアを修正することによって達成される。

【0060】双方向の伝送が同一の論理経路上で起こる従来のイーサネットとは異なり、本発明は、別個の上りと下りの伝送経路を持つ網を用いる。このために、標準のイーサネットを修正することにより全二重動作を、あるいは修正することなくセミ全二重動作を達成することができる。

【0061】セミ全二重スキームにおいては、従来のイーサネットカードが用いられる。図8Aに示されるように、PLS100は、同一のData\_In、Data\_out、およびControl\_in回路を持つAUIポートを用いて、MAU110とインタフェースされる（接続される）。この実施例においては、従来のMAUが、これがPLSからの出データをData\_outを通じて受信し、これを、網の上りチャンネルを通じて送信するように修正される。MAUは、また、網の下りチャンネルからの下りデータを受信し、これをData\_In回路を通じて、PLSに送る。ループバック機能が不能にされた場合、このData\_Inラインと、Data\_outラインは、独立して動作することができる。MAUは、また、網の下りシグナリングチャンネルを、Control\_in回路にインタフェース（接続）するが、この下りシグナリングチャンネルは、上述のように、データチャンネルと同一であっても、あるいは別なものであってもよい。

【0062】この構成においては、網の下りチャンネル上にパケットが存在する場合、MAUは、これを、Data\_Inに、PLSによって受信されるために、パスする。MACは、次に、Carrier\_Onをオンにし、PLSが、Data\_out回路上に上りパケットを送信することを阻止する。ただし、上述のように、EUが送信すべきパケットを持つ場合は、PLSは、入りパケットが終端し、さらに、パケット間保護時間（9.6μs）が経過した後は、後に続く下りパケットが存在するか否かに無関係に、送信を開始する。

【0063】上り伝送と下り伝送が別個のチャンネル上に存在し、決して衝突することはないために、上り方向の送信は、継続される。上りチャンネルに衝突が発生した場合は、MAUは、この衝突を、下りシグナリングチャンネルを用いて認識し、Control\_in回路を通じて、通常の品質メッセージを、PLSに送る。すると、上り方向の送信は、停止される。また、下りチャンネルがアイドルであり、上りチャンネルがビジーである場合、この修正されたMAUは、下りTISによってトリガされた、標準の品質信号を、Control\_in回路を通じて、PLSに送る。これは、MACが上り送信を開始することを、下り信号を受信する機能に影響を与えることなく、阻止する。下りパケットが、最初に入来し、これを受信中の場合は、上り方向の送信を開始することができない事実を除いては、上り方向の伝送、および衝突の検出は、下り方向の受信機能とは、独立であり、こうして、標準のイーサネットカードを利用したのセミ全二重動作が実現される。

【0064】図9には、全二重スキームのためのイーサネットカードが解説される。このカードは、二つの独立したPLS-MACチップ100a-120aおよび100b-120bを持つように修正される。チップ100a-120aは、受信のみを制御し、チップ100b-120bは、送信のみを制御する。受信チップは、Data\_In101aを通じて、MAU110とインタフェース（接続）し、Data\_OutおよびControl\_In回路は、使用されない。チップ100bは、これらの3つのインタフェース回路の全てを使用する。

【0065】下りデータの受信に対しては、MAU110は、受信されたデータを、受信チップのData\_In回路に送る。上り伝送に対しては、送信チップは、データをData\_Out回路を通じてMAUに送る。MAU110は、また、下りシグナリングチャンネル内の情報を、信号品質メッセージに変換し、これを、送信チップのData\_InおよびControl\_Inに送り、チャンネルが、ビジーであること、および衝突を示す。これらの全ての機能は、他方のチップによって遂行されるデータの受信とは独立して行なわれる。終局的には、この二つのチップは、互いに一体化することも可能である。

【0066】全二重、あるいはセミ全二重のいずれのケースにおいても、CO/HEの所で、一つの全二重ブリッジ、あるいは二つの（一方は上り用で、他方は下り用の）半二重ブリッジが使用される。標準のブリッジは、リンク保全性機能を備えるRJ45ポートを用いる。ただし、本発明は、ユーザのイーサネットカード上のAUIポートを使用し、網は別個の監視スキームを持つために、ブリッジのリンク保全性機能は、無用である。これにも係わらず、ブリッジは、リンクパルスを生じ、応答を期待する。

【0067】そこで、標準のブリッジを、修正の複雑

さなしに使用するために、本発明は、図10に示されるように、二つの結合された10BaseTトランシーバ（MAU）110aと110bの機能を用いる。第一のトランシーバ110aは、ブリッジの送信より線ペア111とインタフェースし（接続され）、下りデータと、リンクパルスを受信する。これは、次に、データを、自身のAUI115のData\_Inポート112に送るが、ポート112は、次に、網に送信するために、他のRF要素とインタフェースする。

【0068】リンクパルスに応答して、トランシーバ110aは、もう一つのリンクパルスを生じ、これを自身の出力ペア113に送る。出力ペア113は、もう一つのトランシーバ110bの入力ペア114に接続される。受信トランシーバ110bは、網からの上りデータを自身のAUI117のData\_Outポート116を通じて受信し、また、第一のトランシーバのリンクパルスに回答して、リンクパルスを生じする。受信トランシーバ110bは、これらの全てを、自身の出力ペア121にパスするが、出力ペア121は、ブリッジの入力ペア131へと接続される。こうして、リンクパルスのループが作られる。ブリッジ14と、MAU110aおよび110bの両方は、リンクの保全性を確認し、かつ、MAU110aと110bは、下りデータ伝送と上りデータ伝送を、独立的に遂行する。実際のハードウェア実現においては、この二つのMAUは、互いに一体化することも可能である。

【0069】図11には、EUサイトの所で修正された標準のMAUが示されるが、これは、イーサネットカードのAUIポートへの、同一のインタフェース（Data\_In, Data\_OutおよびControl\_In）を持ち、さらに、網の下りチャンネル、上りチャンネル、およびシグナリングチャンネルへのインタフェースを持つ。MAU110は、下りパケットを、下りデータチャンネルを通じて受信し、これらを標準の3レベルマンチェスタ符号化信号に変換し、これをData\_In回路161を通じて、イーサネットカード160に送る。MAU110は、イーサネットカード160からの出パケットを、Data\_Out162を通じて受信し、これらを網に伝送されるために使用されるフォーマットに変換し、これを、上り方向に送る。これは、また、シグナリングチャンネルを用いて、網監視機能を遂行し、Control\_In回路163を通じて、信号品質メッセージをイーサネットカード160に送る。MAUは、さらに、検出器40、61、論理回路60、アドレスおよびTIS生成器41、変調機62、帯域通過フィルタ80、81、および増幅器71、71を含む。

【0070】上述されたINの動作の第一の実施例においては、MAU110は、シグナリングチャンネルを通じてループバックされたパケットを、送信したデータと比較し、結果に基づいて、信号品質メッセージを生じする。INの第二の実施例においては、MAU110は、



TISを、信号品質メッセージに変換する。INの動作の第三の実施例においては、MAU110は、アドレスを上リシグナリングチャンネルを通じて、上リデータ伝送の前に(CSMA/CAを使用)、あるいは、これと同時に(CSMA/CDを使用)送り、下リシグナリングチャンネルを通じて送り返されたアドレスが正常であるか否かに基づいて信号品質メッセージを生成する。

【0071】標準のイーサネット実現においては、イーサネットカードは、MAU110に対して、これがデータを送信しようとしていることを示さない。従って、網10上にCSMA/CAスキームが展開される場合は、MAU110は、イーサネットカード160から出データパケットが受信された時点で、Data\_Out回路162を通じてアドレスシグナリングを上リ方向に送り、これらデータパケットを、アドレスが送り返されるまで、バッファ141内に保持する。MAU110は、次に、データパケットを解放するか(アドレス衝突がない場合)、あるいは、イーサネットカード160に衝突を示す。ケース(1)~(4)のうよに、帯域外シグナリングCSMA/CAスキームが用いられる場合は、MAU110は、20アドレスシグナリングに続けて、TISあるいはパッド(パケット流あるいはRFトーン)を、上リシグナリングチャンネル上に送る。MAU110が、ループバックされた正常なアドレスを受信した場合は、MAU110は、バッファ141からデータパケットを上リ方向に送信し、同時に、TISを送り続けるか、あるいは、ケース(1)のうよに、TISあるいはパッドを停止する。これは、ケース(4)の場合のうよに、TISの送信を、イーサネットカード160からData\_Out回路162を通じてパケットの終端が受信されたときに、(データ30の送信を開始する $2\Delta s$ 前に)、停止するか、あるいは、ケース(3)の場合のうよに、データパケットの解放を終了する $\Delta T$ だけ前にTISを停止し、同時に緩衝されたパケットの解放を終える。

【0072】従って、ケース(3)および(4)の場合は、データの伝送は、バスを通じて進行中であるが、上述のうよに、TISは、終端するために、他のEUは、現存のデータ伝送に影響を与えることなくチャンネルが空いているかテストすることが可能になる。勿論、PLS/MACが、データの送信を開始する前に、MAUにその要請を送るようにする場合は、MAU110は、“not ready”と応答し、最初に、網上のトラヒック状態を、アドレスシグナリングを用いてチェックすることとなる。送り返されたアドレスが受信されると、これは、PLS/MACに、“ready to transmit”あるいは衝突を示す。従って、この場合は、MAU110内にバッファは必要とされいな。いずれのケースにおいても、イーサネットカードは、標準のCSMA/CDプロトコルに基づいて通常の動作を遂行し、MAU110は、網上のCSMA/CAを遂行する。

【0073】複数の上リチャンネルが用いられる場合は、MAU110は、衝突が示されるべきであるか否か、および他のチャンネルが使用されるべきであるか否かを決定する。優先スキームおよび予約スキームの場合も同様である。この場合も、MAU110が、イーサネットカード160と網との間のインタフェースとして用いられる。イーサネットカード160は、基板内に構築された同一のCSMA/CDプロトコルに基づいて動作し、MAU110は、追加の機能を遂行する。勿論、イーサネットカードの動作アルゴリズムを、MAUの機能と協力するように修正することも可能である。シグナリングとデータが同一の下リチャンネルを用いる場合は、MAUは、パケット流からシグナリングを“はぎ取り(strip)”、信号品質メッセージを生成する。

【0074】イーサネットカード160は、MAUサイドと同一の、二つのデータ出力ピン(Data\_Out162)、二つの入力ピン(Data\_In161)、および二つの制御入力ピン(Control\_In163)を持つ、AUIポート164を用いる。イーサネットカードのAUI164は、さらに、従来のには、DC電力出力のための二つのピンを持ち、MAUのAUIは、従来のには、二つのDC電力入力ピンを持つ。正規のRJ45TTPは、4つのペアを持ち、従って、これは、MAU110とPC(イーサネットカード)とを相互接続するために用いることもできる。この場合、第一のペアは、PCからMAUへの上リデータのために用いられ、第二のペアは、MAU110からPCへの下リデータのために用いられ、第三のペアは、制御のために用いられ、第四のペアは、PCからMAUに電力を供給するために用いられる。

【0075】MAU110は、また、ユーザの家庭の所の複数のPCとインタフェースし、ユーザの構内においてこれらPCの上リコンテンションを解決することも可能である。これは、複数のPCを、MAU110に、TTPを用いて接続することによって達成される。MAU110が、複数の入りデータ回路上で活動を検出した場合は、MAU110は、衝突シグナリングを、全てのPCに向けて、あるいは、送信しているPCにのみに、それらのControl\_In回路を通じて送る。家庭内ネットワークキングのために、幾つかのブリッジ機能をMAUに追加することも可能である。

【0076】本発明は、多様な網上で実現することが可能である。INは、上述のうよに、網内の現存のノードに追加の機能を加えたものであっても、あるいは、追加のノードであつてもよい。INは、さらに、CO/HEと同一位置に設置することもできる。CO/HEとINとの間、およびINとEUの間には、様々な異なる伝送媒体、例えば、ファイバ、同軸、より線ペア、あるいは無線リンクと、様々な異なる伝送方法、例えば、ベースバンドあるいはパスバンドの、全てを用いることが可能である。



【0077】図12Aと12Bに示されるmFN-HFC実現においては、各mFNは、各同軸分配増幅器170に隣接して設置され、その増幅器と関連するEU20を扱う。mFNが、こうして、INとなる。これは、従来のCO-FN-増幅器-EU経路によって遂行されるサービスと独立して、上りデータをCO/HEにパスし、CO/HEからの下りデータをEUにブロードキャストする。EU20からの信号は、ダイプレクサ21、22を通して、増幅器70に送られる。結合器23は、この信号の一部分を、帯域通過フィルタ80、ミキサ35、局部発振器36へと分流させるが、これらは、一体となつて、この信号を、アップ変換、あるいはダウン変換する。この信号は、次に、結合器37、増幅器71、ダイプレクサ22、21、そして、EUへとループバックされる。受信機30は、CO/HE10から信号を受信し、送信機31は、CO/HE10に信号を送信する。

【0078】このINの動作の第一の実施例においては、上り信号をCO/HE10に送信している最中に、mFN110は、同時に、上り信号の一部分を、タップオフ（分流）し、これらを周波数シフトし、これらを、下りシグナリングチャンネル上にブロードキャストする。第二の実施例においては、mFN110は、上りRF信号を用いて（TIS生成器41を使用して）TISをトリガし、これを下りシグナリングチャンネル上に送る。EUの上り信号のレベルをバランスさせるために、mFN110あるいはCO/HE10によって、全てのEU20に向けて、パイロット信号が下り方向に基準として送られ、EU20は、これに基づいてそれらの上り伝送信号のレベルを調節する。第三の実施例においては、mFN110は、上りアドレスシグナリングを受信し、これを周波数シフトし、これを、下りシグナリングチャンネル上に送る。

【0079】多重チャンネル上り伝送の場合は、複数のシグナリングチャンネルが用いられる。mFNは、この場合は、上りシグナリングの周波数をブロック変換し、これらを複数の下りシグナリングチャンネル上に送る。予約スキームに対しては、mFNは、上り優先／予約シグナリングを緩衝し、これを、上述のアルゴリズムに基づいて下り方向に送る。

【0080】各mFNは、論理的には、CO/HE10に戻るポイント・トゥ・ポイント接続を持ち、従つて、データとシグナリングチャンネルの周波数を複数のmFN間で再使用することが可能である。従来のHFCの場合は、同軸分配増幅器170が、mFN-HFCの場合について述べられたように、追加の局所シグナリング機能を加えることにより、INとされる。図13Aおよび13Bに示されるように、増幅器170は、上りシグナリングを、従来の5~40MHzの上り周波数レンジにて受信し、これを下りシグナリングに変換し、これを、下り

方向に、同一の5~40MHzのレンジにて、あるいは、50MHzから最高1GHzまでの従来の下り周波数レンジにて、送る。

【0081】図13Aに示されるように、UE20によって送られた信号は、ダイプレクサ21通つて、経路(c)に沿つて進む。方向性結合器24は、この信号の一部分をタップオフ（分流）し、これらを、帯域通過フィルタ80、スイッチ81へと送る。スイッチ81において、この信号は、ミキサ32にパスされるか、あるいは、ミキサ35にパスされる。ミキサ32と局部発振器33は、協力して、これら信号を、5~40MHzの範囲内の周波数帯域に変換する。一方、ミキサ35と局部発振器36は、協力して、これらシグナリングを、従来の下り周波数帯域（50~1GHz）にアップ変換する。第一のケースにおいては、これら信号は、経路(b)を通り、増幅器31、帯域通過フィルタ(BPF)41、結合器23へと進み、図13Bに(2)として示される範囲内の、5~40MHzの周波数帯域にて、下り方向に送られる。第二のケースにおいては、信号は、経路(a)に沿つて結合器25へと進み、図13Bに(1)として示される範囲内の、従来の下り帯域にて、下り方向に送られる。記号(a)と(b)は、下りのシグナリングを表し、記号(c)は、上りのシグナリングを表す。

【0082】多くの増幅器(IN)は、典型的には、同一の同軸バスを共有するために、各INは、他のINの伝送との衝突を回避するために、専用のデータ／シグナリングRFチャンネル（周波数分割多重アクセスFDM A）を持つことが必要である。換言すれば、そのINのサービスエリア内のローカルMACに加えて、CO/HEとIN（増幅器）との間に、MACスキーム、例えば、FDMA、時分割多重アクセス（TDMA）、あるいは符号分割多重アクセス（CDMA）、あるいは別個の物理経路が必要となる。mFN-HFC、あるいは従来のHFCのいずれの場合も、代替として、FN、さらには、CO/HEを、INとして使用することも、INと最も遠いEUとの間の最大ラウンドトリップ遅延と、データパケットあるいはアドレスパケットのサイズが、上述のアルゴリズムが機能するように調整できる限り可能である。

【0083】本発明は、さらに、多様な能動星型網、例えば、能動二重星型（ADS）網、FTTCなどの上で実現することも可能である。基本的なアーキテクチャとしては、CO/HE、ホストデジタル端末（HDT）あるいは基地局が、ファイバ、同軸ケーブル、TP、あるいは、無線リンクを用いて、複数の遠隔ノード（RN）へのポイント・トゥ・ポイント接続を持つようにされる。各RNは、さらに、ファイバ、同軸ケーブル、TP、あるいは、無線リンクを用いて、複数のEUへのポイント・トゥ・ポイント接続を設定する。こうすること

により、RNが、INとなる。このケースにおいても、mFN-HFCとの関連で説明された機能を用いることができる。さらに、各EUとRN(IN)との間に専用のラインを使用すると、上りトラヒックを監視する機能は、単純になる。こうして得られるINは、一つの入りラインのみがアクティブである場合は、“通常の”TISを全てのEUにブロードキャストし、複数のラインがアクティブである場合は、衝突TISをブロードキャストする。このINは、また、衝突TISをアクティブなラインにのみ送り、他の“前に静であった”EUが、衝突したEUが伝送を停止すると、ただちに、伝送を開始できるようにすることも可能である。

【0084】受動光網(PON)は、図14Aおよび14Bに示されるように、星型網であり、能動遠隔ノードRNが、受動光スプリッタあるいは波長分割多重(WDM)スプリッタ/ルータと置換される。上りトラヒックを調整するためには、スプリッタの所で上り光信号が検出され、TISに変換される。このTISは、次に、二つのファイバが使用される場合は下りファイバを用いて、あるいは、一つの同一のファイバ上の、別個の波長、あるいは、RFサブ搬送波を用いて、EUにブロードキャストされる。また、もう一つのアプローチとして、PONの受動特性を維持するために、上り伝送と、下り伝送のために、異なる波長あるいは、異なるサブ搬送波を使用し、トラヒック指標の目的で上り信号を受動的にループバックすることも可能である。

【0085】図14Aおよび14Bには、受動光網(PON)の配置が示される。図14Aは、一つのスプリッタ15が、使用される場合を示し、一つのファイバが、一つのEUへと接続される。図14Bは、二つのスプリッタ15aと15bが、使用される場合を示し、一方は、上り用に、他方は、下り用に、用いられる。従って、この場合は、各UEの上り伝送と、下り伝送は、別個のファイバを通じて運ばれる。いずれのケースにおいても、上り伝送と下り伝送が異なる波長を用いる場合は、上り光信号は、光スプリッタ150、あるいは150aの未使用のトランクポートを通じて集められ、下りトランクポート151、あるいは、他方のスプリッタ150aの未使用のトランクポートに結合され、下り方向にブロードキャストされる。従って、EUは、下りデータを、ある一つの波長上に受信し、TISを、別の、下りの波長と同一の、波長上に受信する。EU20は、受信された、上りデータである、TISを、自身が送信したデータと比較し、トラヒック状態を監視する。上述のように、あるタイプの上り伝送レベルの制御が使用される場合は、EUは、代替として、受信されるTISのレベルを用いて、トラヒックを監視することも可能である。一つのみの分配ファイバ(およびスプリッタ)が使用される場合(図14A)は、送信されるデータとTISとの間の衝突を回避するために、エコ-相殺スキーム

が必要となる。これと同一の原理が、上りと下りが、同一の波長を使用するが、ただし、異なるRFサブ搬送波を使用する場合にも、適用する。

【0086】図15Aおよび15Bに示されるように、本発明の方法は、標準のイーサネットを全二重動作にグレードアップするために使用することも可能である。図15Aに示される標準のイーサネットは、複数のEUを、ハブあるいはブリッジ44に、TPを用いて接続し、あるいは、お互いを同軸バスを用いて、接続する。この実施例においては、本発明に基づいて、イーサネットが、図15Bに示されるように、複数の小さなセルAおよびBに分割される。各セル内において、一つのINが、複数のEUへと接続される。各INは、交換式のブリッジ45にも接続される。INは、局所的なコンテンツを、全二重伝送との関連で前に説明されたのと同じのアプローチを用いて、解決する(下り伝送と、上り伝送が、別個のペア上を、あるいは別個の周波数上を送られる)。コンテンツが、EUの小さなグループ間で局所的に解決されるために、網の効率は増加する。標準のRJ45TP束内には4つのワイヤペアが存在するが、3つのペアのみが使用される(第一のペアは上りのために、第二のペアは下りのために、第三のペアはシグナリングのために、使用される)。第四のペアは、マルチチャネル上り/下り伝送のために用いることも考えられる。さらに、これらの全てのスキームは、同軸(10Base5および10Base2)上に展開することも、ファイバ上に展開することも、あるいは、無線伝送媒体上で展開することもできる。さらに、各EUがブリッジの一つのポートへと接続される従来のイーサネットとは異なり、このアプローチでは、(一つのINと関連する)グループのEUが、一つのポートを共有することが可能で、従って、コストが削減できる。

【0087】これらINは、トラヒックの監視および指標/制御機能を、COとEUとの間で行なわれている双方向通信と独立して、遂行することもできることに注意する。さらに、INは、トラヒック監視および指標/制御機能のみを、COとEUとの間の双方向信号伝送を中継することなく、遂行することも可能である。例えば、本発明は、無線網上に実現することも可能である。この場合は、INが、有線あるいは無線リンクによって、複数の固定あるいは移動EUに接続される。これらINは、EUからCOあるいは基地局に向う、上りトラヒックを、上述の実施例との関連で説明されたアルゴリズムを用いて調整する。無線網の場合は、好ましくは、COが、幾つか、あるいは全ての、EUと、直接に通信するようにされる。そして、INによって、トラヒックの監視、指標および制御(シグナリング)が扱われるが、ただし、INは、COからEUに向けて、あるいは、EUからCOに向けて、通信信号を、中継すること、しないことも考えられる。これらINは、一つある

いは幾つかのEU（例えば、良好なサイト、例えば、丘の頂上に位置するEU）と同一の所に設置することも、さらには、複数のEUのアンテナを共有することも考えられる。

【0088】本発明が、本発明の特定の実施例との関連で説明されたが、当業者においては、多くの代替、修正、およびバリエーションが明らかとなし得る。ここに説明された本発明の好ましい実施例は、単に、解説を目的とするものであり、制限を目的とするものではない。さまざまな変更が、特許請求の範囲によって規定される本発明の範囲から逸脱することなく可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】幾つかの基本的な網アーキテクチャを図解するブロック図である。

【図2A】システムの一つの実施例を示すブロック図である。

【図2B】データ伝送を周波数との関係で示すグラフである。

【図3A】システムのもう一つの実施例を示すブロック図である。

【図3B】データ伝送を周波数との関連で示すグラフである。

【図4A】図3Aのシステムに対するトラヒック監視の方法を示す流れ図である。

【図4B】エンドユーザによってトラヒック情報信号に応答して遂行される方法を示す流れ図である。

【図5A】本発明の方法の、帯域内シグナリングの場合の、一つの実施例を図解する線図である。

【図5B】本発明の方法の、帯域外シグナリングの場合の、実施例を図解する線図である。

【図5C】本発明の方法の、帯域外シグナリングの場合の、もう一つの実施例を図解する線図である。

【図6】本発明の方法の半二重伝送を採用する実施例を図解する線図である。

【図7】本発明の方法の、上り伝送のために複数のチャネルが使用されるもう一つの実施例を図解する流れ図である。

【図8A】標準のイーサネットシステムを図解する。

【図8B】標準のイーサネットのデータフォーマットを示す。

【図8C】標準のイーサネットのデータフォーマットを示す。

【図9】全二重モードにおいて使用されるシステムの実施例を示す。

【図10】全二重モードであって、標準のブリッジを使用する、システムの実施例を示す。

【図11】システムのもう一つの実施例を示す。

【図12A】ミニファイバノード(mFN)を中間ノードとして使用するシステムの実施例を示す。

【図12B】データ伝送および他のサービスを周波数との関連で示す。

【図13A】従来のHFC網内に実現されるシステムの実施例を示す。

【図13B】データ伝送を周波数との関連で示す。

【図14A】PON網内に一つのスプリッタを使用するシステムの実施例を示す。

【図14B】二つのスプリッタを使用する実施例を示す。

10 【図15A】従来のイーサネット10BaseTのアーキテクチャを示す。

【図15B】本発明を使用する修正されたイーサネットのアーキテクチャを示す。

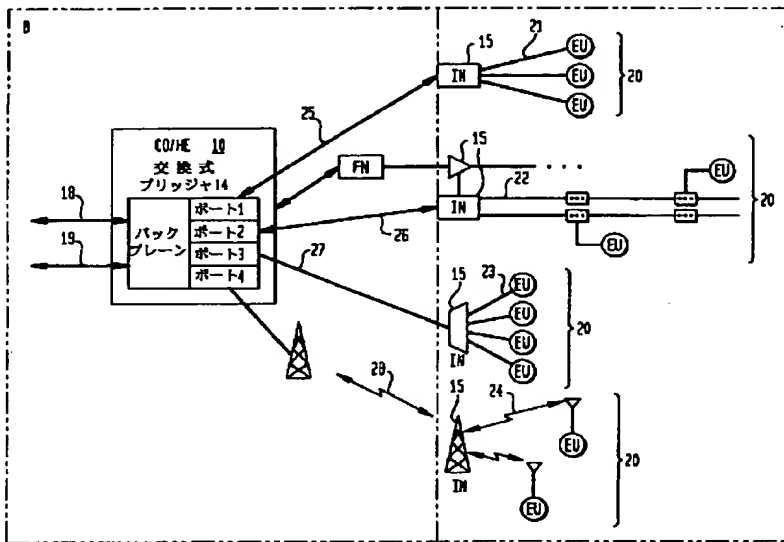
#### 【符号の説明】

- 1, 2, 3, 4 分配ポート
- 10 中央局/ヘッドエンド(CO/HE)
- 14 CO/HEパケット交換設備、交換式のブリッジ
- 15 複数の遠隔中間ノード(IN)
- 16 トラヒックモニタ(TM)
- 18, 19 高速トランクライン、トランクポート
- 20 エンドユーザ(EU)
- 21 より線対、ダイプレクサ
- 22 同軸ケーブル、ダイプレクサ
- 23 結合器、ファイバ
- 24 無線リンク
- 25, 26, 27, 28 分配ライン
- 30, 32 受信機
- 31 送信機
- 33 結合器
- 34 帯域通過フィルタ(BPF)
- 35 ミキサー
- 36 局部発振器
- 37 結合器
- 38 ダイプレクサ
- 39 増幅器
- 40 検出器
- 41 アドレス、TIS発生器、タップ
- 42 BPF
- 43 検出器
- 44 信号発生器、ブリッジ
- 45 交換式のブリッジ
- 59 トラヒック情報シグナリング
- 60 保護バンド、論理回路
- 61 検出器
- 62 変調機
- 70 増幅器
- 71 増幅器
- 80, 81 帯域通過フィルタ
- 50 100 物理層シグナリング(PLS)

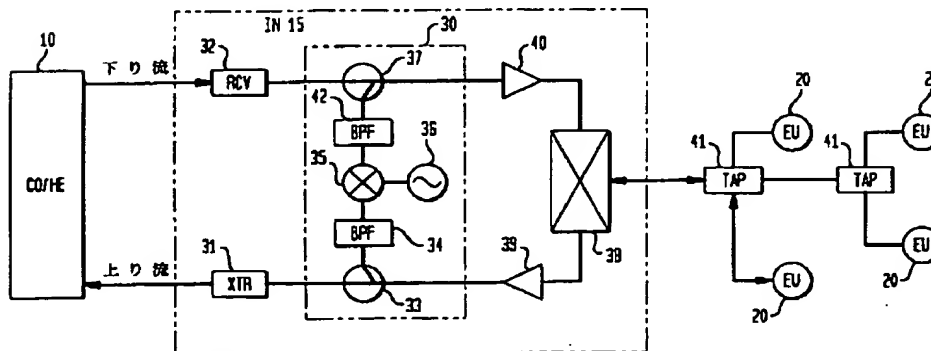
100a-120a、100b-120b PLS-M  
ACチップ  
110 媒体アタッチメントユニット (MAU)、mF  
N  
110a、110b、10BaseTトランシーバ (MAU)  
111 送信より線ペア  
112 Data\_Inポート  
113 出力ペア  
114 入力ペア  
115 AUI  
116 Data\_Outポート

117 AUI  
121 出力ペア  
130 論理リンクコントロール (LLC)  
131 入力ペア  
141 バッファ  
161 Data\_In回路  
162 Data\_Out  
163 Control\_In回路  
160 イーサネットカード  
10 170 同軸分配増幅器

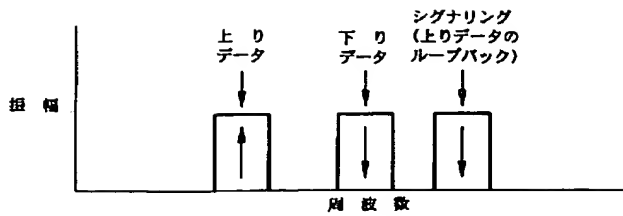
【図1】



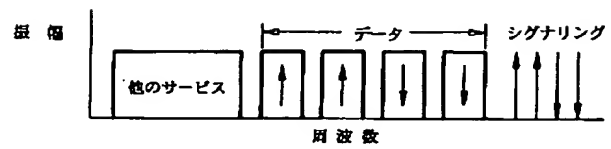
【図2A】



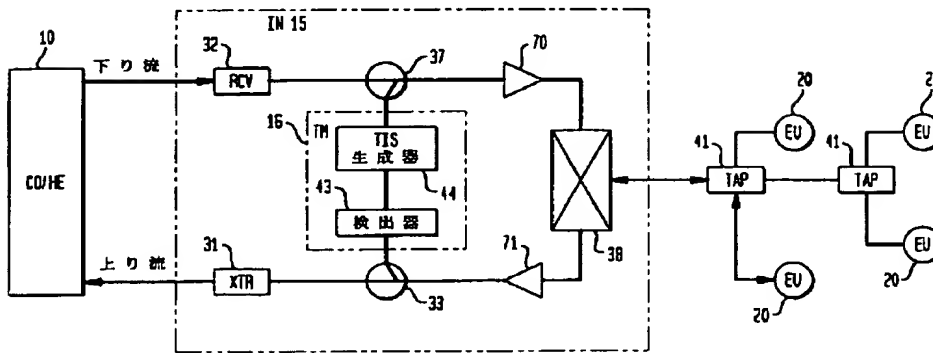
【図2B】



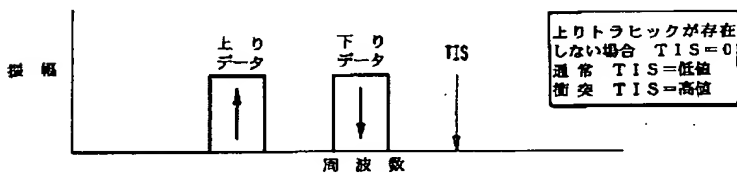
【図12B】



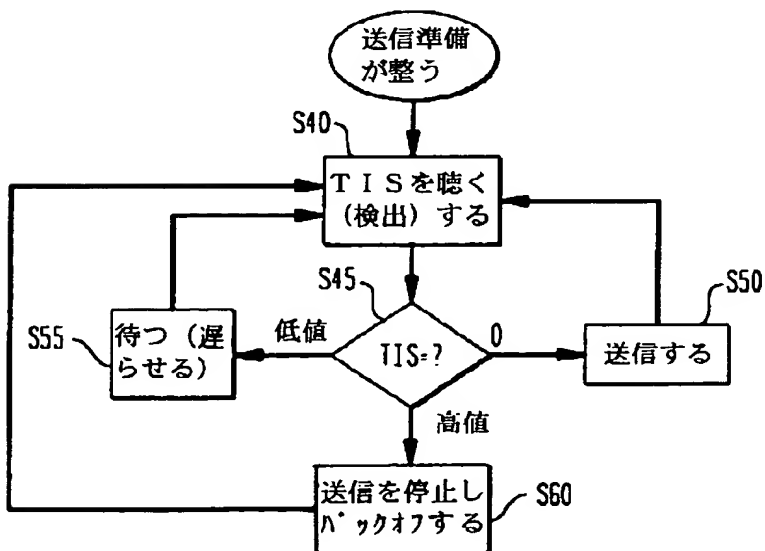
【図3A】



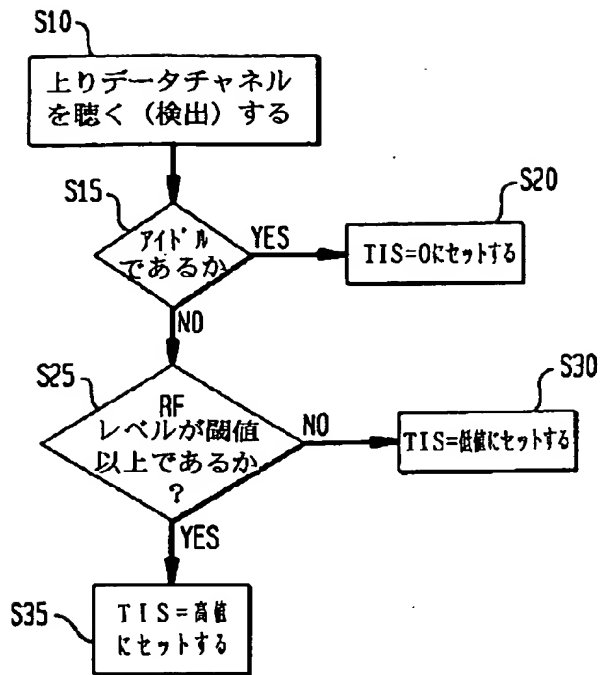
【図3B】



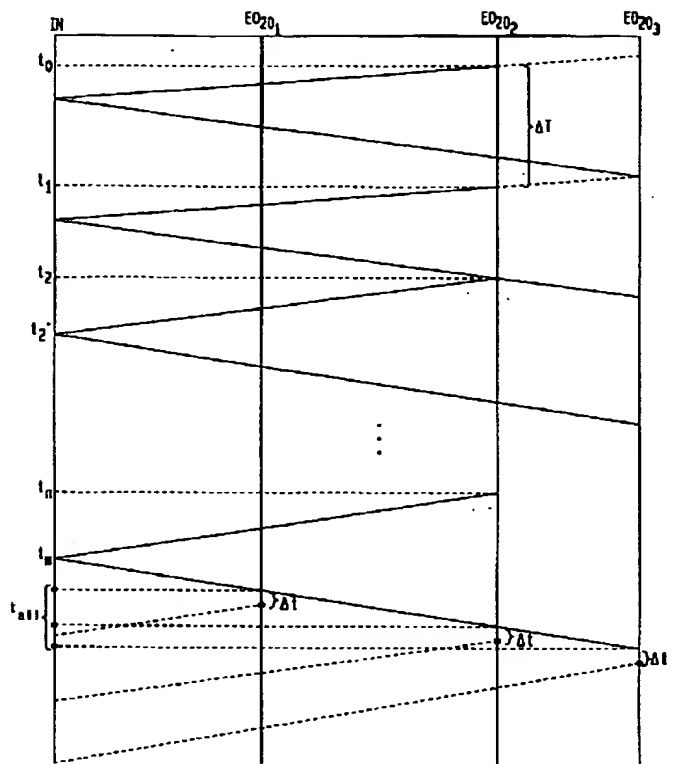
【図4B】



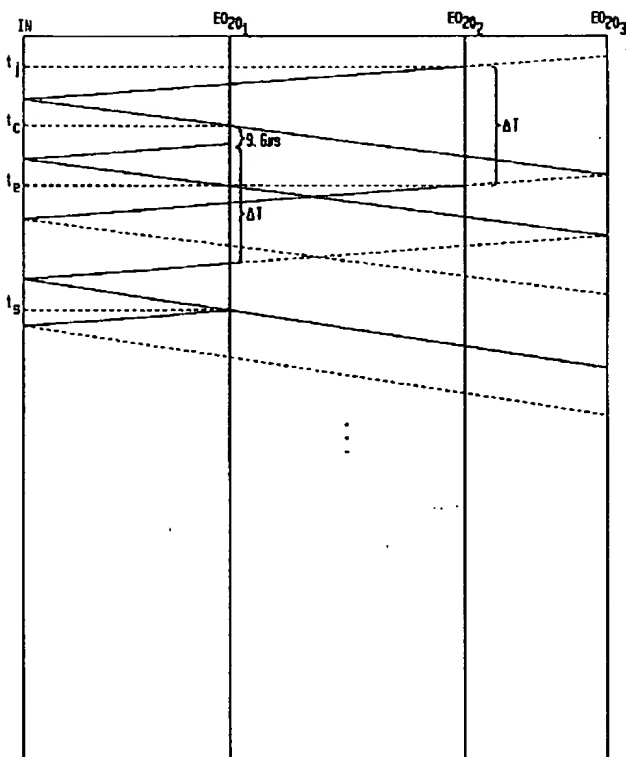
【図4A】



【図5A】



【図5B】



【図15A】

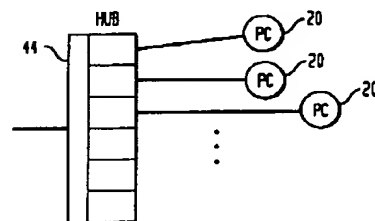
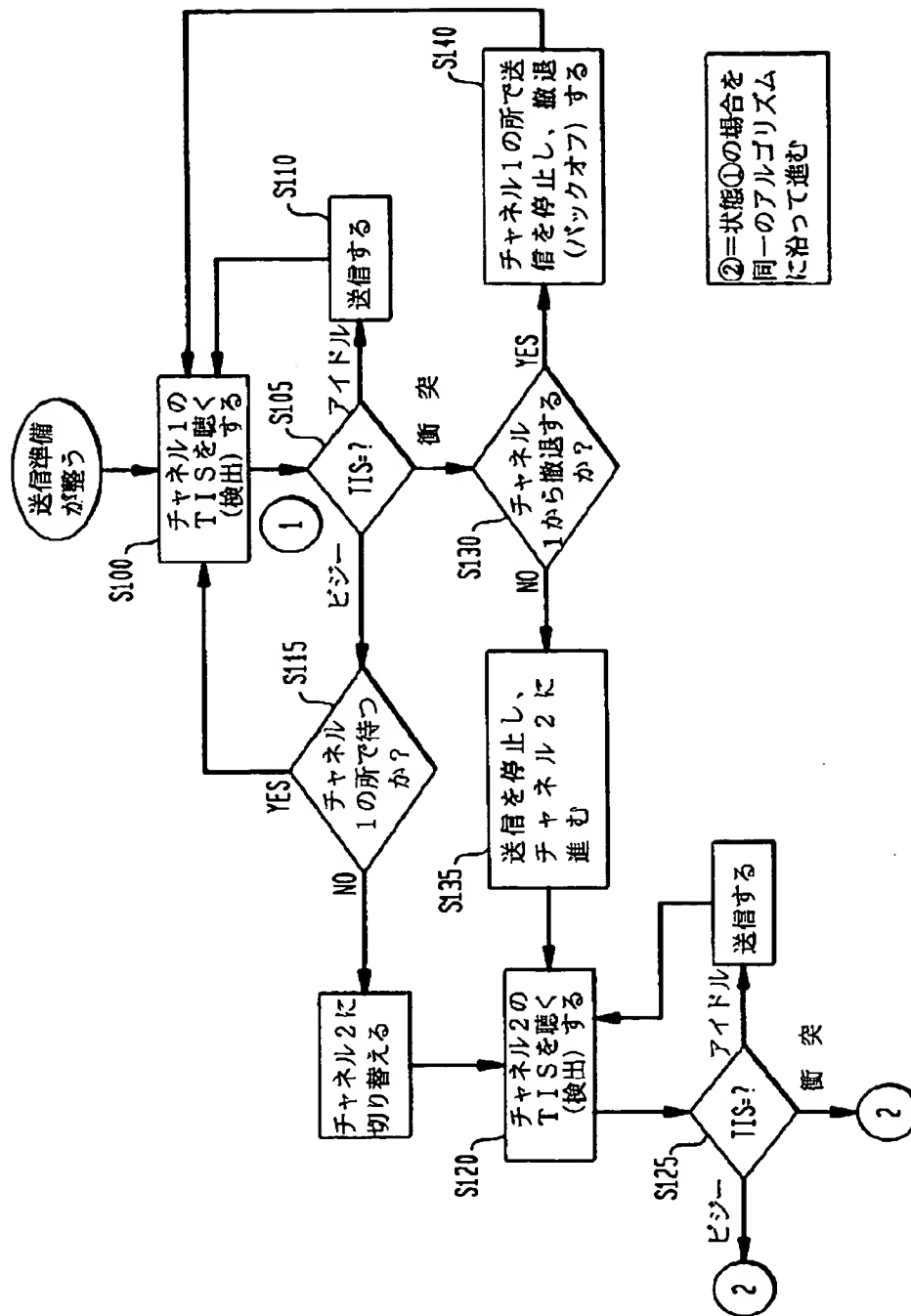


Figure 1 illustrates the sequence of operations for the TIS system, divided into three main sections: CO/VE 10, IN 15, and EU 20. The operations are shown in two horizontal tracks: 下り流 (Downstream flow) and 上り流 (Upstream flow).

- CO/VE 10:**
  - 下り流:** A bucket (61a) is shown.
  - 上り流:** A bucket (61) is shown.
- IN 15:**
  - 下り流:** A bucket (61a) is shown, and a bucket (59) is shown moving down.
  - 上り流:** A bucket (61) is shown, and a bucket (59) is shown moving up.
- EU 20:**
  - 下り流:** A bucket (61a) is shown, and a bucket (59) is shown moving down.
  - 上り流:** A bucket (61) is shown, and a bucket (59) is shown moving up.

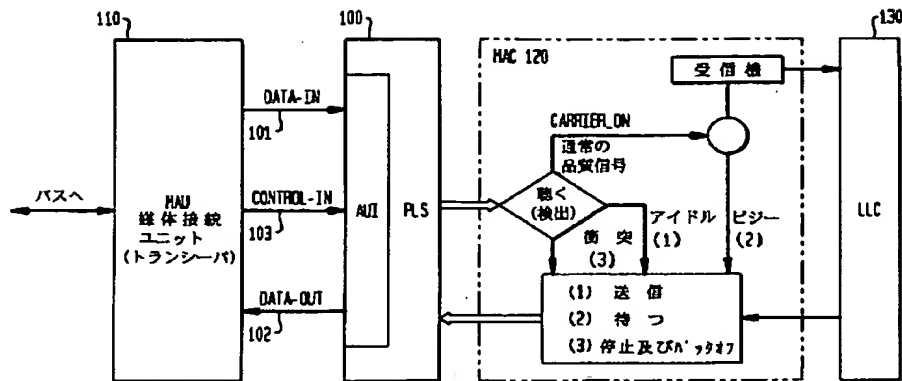
Arrows indicate the direction of flow. A box labeled "TISを挿入する" (Insert TIS) is shown in the IN 15 section, and a box labeled "TISをはぎ取る" (Remove TIS) is shown in the EU 20 section.

【図7】

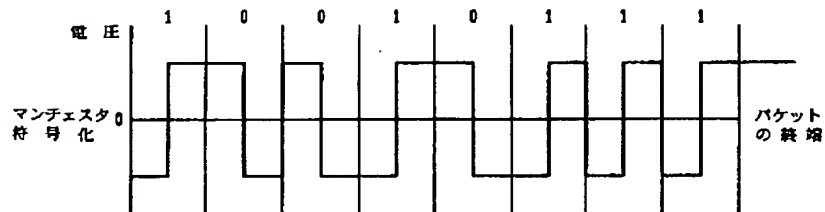




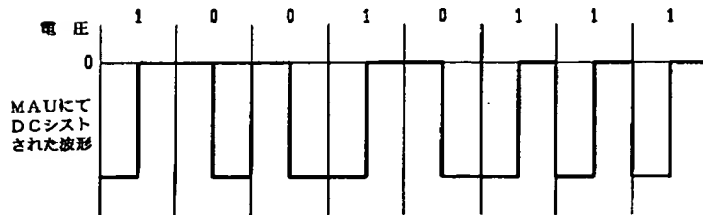
【図8A】



【図8B】



【図8C】



【図10】

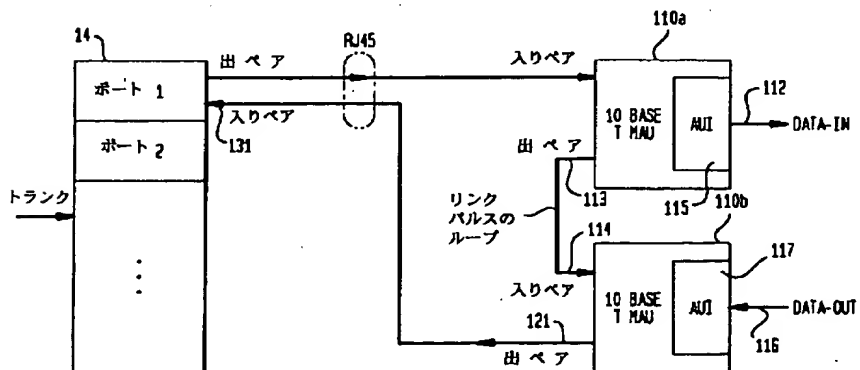
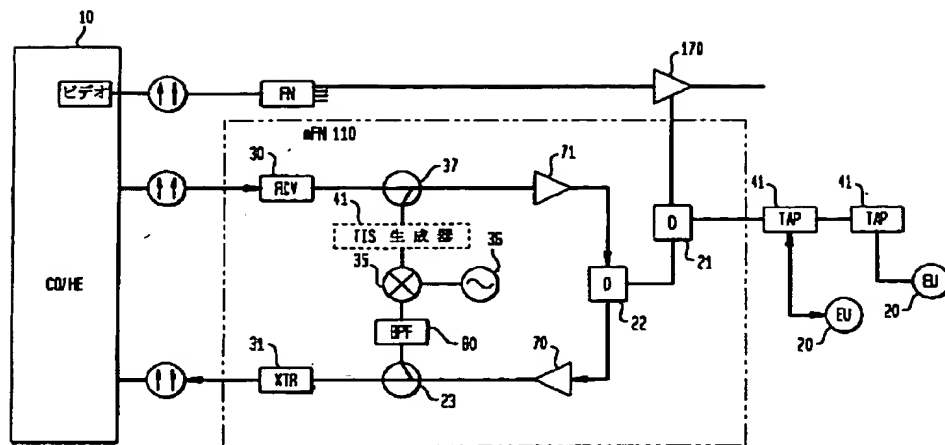
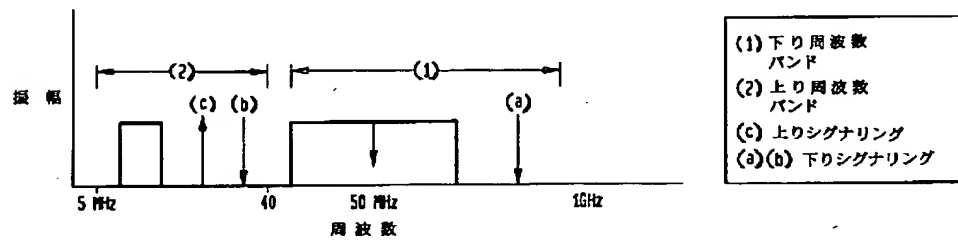


Figure 1 is a block diagram of the system architecture. It shows a central MAU (Media Access Unit) connected to two PLS (Physical Layer Signaling) blocks, 100a and 100b. MAU 110 is connected to PLS 100a via DATA-IN (101a), CONTROL-IN (103a), and DATA-OUT (102a). MAU 110 is also connected to PLS 100b via DATA-IN (101b), CONTROL-IN (103b), and DATA-OUT (102b). PLS 100a is connected to MAC 120a, which includes a receiver (受信機) and a decision diamond (送く (検出)). PLS 100b is connected to MAC 120b, which includes a decision diamond (送く (検出)) and a state transition logic block. The state transition logic block has three states: (1) 送信 (Transmit), (2) 待つ (Wait), and (3) バックオフ (Backoff). The states are triggered by '送りの品質信号' (Transmission quality signal) and '衝突 (3)' (Collision (3)). The states lead to 'アイドル (1)' (Idle (1)), 'ビジー (2)' (Busy (2)), or 'バックオフ (3)' (Backoff (3)). The MAC blocks are connected to the LLC (Link Layer Control) block.

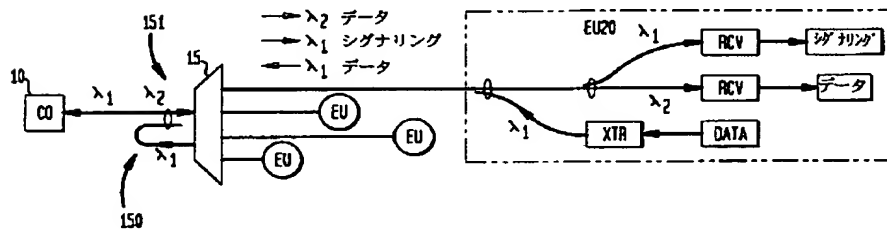
【図12A】



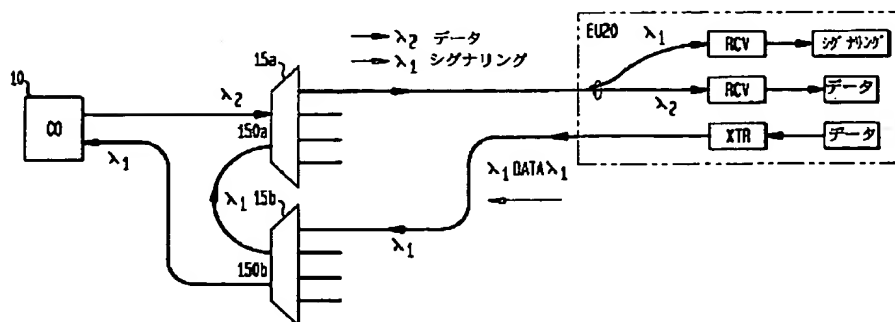
【図13B】



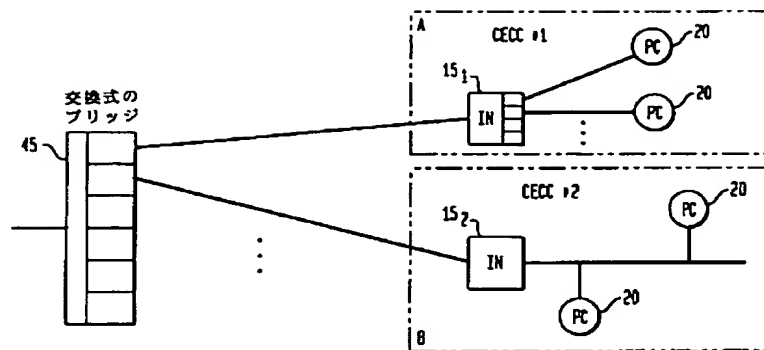
【図14A】



【図14B】



【図 15 B】



フロントページの続き

(72) 発明者   ブハヴェシュ   デサイ  
 アメリカ合衆国   07039   ニュージャージー,  
 リヴィングトン, エッジメアー   ロード   34

(72) 発明者   アラン   エッチ.   グナウック  
 アメリカ合衆国   07748   ニュージャージー,  
 ミドルタウン, ヘロン   ロード   53

(72) 発明者   キシアオリン   ルー  
 アメリカ合衆国   07747   ニュージャージー,  
 マタワン, サットン   ドライブ   イー   6

(72) 発明者   シェリル   レイ   ウッドワード  
 アメリカ合衆国   07733   ニュージャージー,  
 ホルムデル, イースト   ブルック   ド  
 ライヴ   7